WAS IN DER LUFT VORGEHT. POPULÄRE VORTRÄGS ÜBER LUFTDRUCK, LUFTSCHIFFFAHRT...

J. FELISCH

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Was in der Luft vorgeht.

Populäre Vorträge

über

Luftdruck, Luftschifffahrt und Meteorologie.

Von

J. Felisch.

Mit einer Regen- und Windkarte.

Berlin, 1866.
Verlag von Julius Springer
Monbijouplatz 3.

Aufgeschnittene und beschmutzte Exemplare werden nicht zurückgenommen.

Digitized by Google

84556612

Digitized by Google

REGEN-UND WIND-KARTE.
Grönland
Nördlicher
Polarkreis
Island
Nördliche Zone der
NORD-
MERICA
vermind. Niederschläge
A S I E N
Wendekreis d. Krebses
NORD-
OST-
Regenlos
des
SÜD- perio-
Wendekreis d. Steinbocks
OST-
dischen
Tropen-
PAS-
SAT
PASSAT
Regens
AUSTRALIEN
Südliche Zone der veränderlichen Niederschläge

Was in der Luft vorgeht.

Populäre Vorträge

über

Luftdruck, Luftschifffahrt und Meteorologie

mit Berücksichtigung

der Höhenverhältnisse der verschiedenen Länder.

Von

J. Felisch.

Mit einer Regen- und Windkarte.

Berlin, 1866.

Verlag von Julius Springer

Monbijouplatz 3.

Digitized by Google

Digitized by Google

Dem

Regierungs- und Medicinalrathe

Herrn Dr. Leviſeur

in Poſen

in Freundſchaft und Verehrung gewidmet

vom Verfaſſer.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vorwort.

Seit längerer Zeit in meinen wenigen Mußestunden mit Abfassung eines größeren physikalischen Lehrbuchs beschäftigt, fand ich mannigfache Gelegenheit, von den Studien, zu denen ich dabei veranlaßt wurde, sofortige praktische Anwendung in einem Vereine zu machen, der — wie ähnliche Vereine in neuerer Zeit in fast allen Städten entstanden sind — schon seit einer Reihe von Jahren den Zweck verfolgt, nützliche Kenntnisse unter seinen Mitgliedern zu verbreiten, und an welchem Zuhörer von dem verschiedensten Bildungsgrade Theil nehmen. Die folgenden Vorträge verdanken dieser Veranlassung ihre Entstehung. Wie sie für eine gemischte Zuhörerschaft ausgearbeitet waren, so hoffe ich, daß sie in der Gestalt, wie sie jetzt erscheinen, auch Leser aus den verschiedensten Ständen — und auch Leserinnen, denke ich, sollen nicht fehlen — befriedigen werden. Ich habe mich bemüht, ihnen eine solche Form zu geben, daß sowohl gebildete Laien sie mit Interesse lesen, als auch Männer aus den weniger gebildeten Ständen sie

Digitized by Google

verſtehen können, wenn ſie nur einiges Nachdenken nicht ſcheuen. Ohne letzteres iſt es freilich nicht möglich, ſich ein wahres Verſtändniß für Gegenſtände der Naturkunde zu verſchaffen, und es iſt wahrlich ein eitles, wenn auch nicht unverſuchtes Bemühen, dergleichen Vorträge ſo mundrecht zu machen, daß man ſie mit der Leichtigkeit hören oder leſen könne, mit der man etwa einer Geſchichtserzählung folgt. Wer blos leichte Unterhaltung ſucht, der muß überhaupt von der Naturkunde fern bleiben.

Gewiß aber ſind für die Vereine, die jetzt ein ſo geſegnetes Mittel werden, die Volksbildung zu fördern, gerade Vorträge naturwiſſenſchaftlichen Inhalts von beſonderer Wichtigkeit. Abgeſehen davon, daß die Errungenſchaften der Naturwiſſenſchaft jetzt ſchon faſt in jedes Gewerbe ſo eingreifen, daß man ein ſolches ohne einige Kenntniß der Naturkunde kaum noch mit rechtem Verſtändniß betreiben kann, ſo bietet auch die Beſchäftigung mit dieſen Gegenſtänden durch die geiſtige Anſpannung, die ſie fordert, durch die intereſſanten Conjecturen und Verſuche, zu denen ſie fortwährend anregt, und dann auch durch die Einblicke in die ſtrenge Geſetzmäßigkeit und das überraſchende Zuſammenwirken der kleinſten Einzelheiten, ſowie in die wunderbare Oekonomie der Natur ſo viel Nahrung für Geiſt und Herz, daß ſie ſchon darum als eins der vorzüglichſten Bildungsmittel gelten muß. Dazu kommt, daß gerade auf dieſem Felde die Vorträge faſt eine nothwendige Ergänzung zu der Lectüre ſind. Populäre naturwiſſenſchaftliche Bücher

Digitized by Google

zu leſen iſt gewiß erforderlich, um ſich mit der Naturkunde genügend bekannt zu machen und in Bekanntſchaft darin zu erhalten. Aber für gar Viele wird dies nicht genügen. Die Lehren der Naturkunde laſſen ſich zum großen Theil nur durch Apparate und Experimente zum recht anſchaulichen Verſtändniß bringen. Bloße Figuren bleiben Manchem unverſtändlich, und das Aufſuchen der Buchſtaben bei denſelben wird Vielen zu mühſam. Da müſſen denn Vorträge, bei welchen den Zuhörern gleich das Nöthige vorgezeigt wird, die Lectüre ergänzen. Gerade hierin ſind Vorträge nothwendiger und laſſen ſich nicht ſo durch Lectüre erſetzen, als in allen andern Gegenſtänden. Es fühlt wohl Jeder, der Darſtellungen aus der Naturwiſſenſchaft dem leſenden Publicum übergiebt, die Unzulänglichkeit, welcher Profeſſor Schleiden in ſeinem bekannten Buche über das Leben der Pflanze einen Ausdruck gegeben hat, indem er ſagt: „Der Reiz, den eine Unterhaltung hat, in welcher man alle Thatſachen ſelbſt ſieht, und indem man gleichzeitig dem Vortrage folgt, die Sätze der Wiſſenſchaft ſelbſt aus den Beobachtungen abgeleitet zu haben meint, dieſer Reiz fällt bei der Leſung eines ſolchen Vortrags (dem man die Experimente nicht mitgeben kann) nothwendig weg, da auch die beſte Beſchreibung die Anſchauung nicht erſetzen kann."

Die vorliegenden Vorträge bewegen ſich in einem Kreiſe, in welchem Experimente weniger zum Verſtändniß nothwendig ſind; und doch hätte ich noch gern Manches hinzugefügt, Manches auch mehr begründet und ausführlicher

Digitized by Google

behandelt, wenn ich dem Leſer hätte die Anſchauung des Experiments mitgeben können, und wenn ich nicht hätte fürchten müſſen, durch Erklärung von mehrfachen Figuren zu ermüden. Ich darf aber hoffen, daß dieſe Vorträge, abgeſehen von dem allgemeinern Zweck, auch Manchem, der ſich bei den gedachten Vereinen thätig betheiligen will, ein willkommenes Material bieten, und daß es ihm dann auch leicht werden wird, die beſprochene Ergänzung hinzuzufügen.

Bei den letzten Vorträgen empfehle ich dringend die Benutzung einer Karte. Die beigegebene Regenkarte giebt ein anſchauliches Bild von den Reſultaten und erleichtert dadurch das Auffaſſen und Behalten. Beim Verfolg der Vorträge ſelbſt nehme man eine größere Karte, auf welcher die Gebirgszüge und Flußgebiete verzeichnet ſind. Eine ſolche findet ſich ja faſt in jedem Haushalte; es iſt keine dergleichen beigefügt, um den Preis des Buches nicht zu erhöhen.

Sollten dieſe Vorträge die gewünſchte Aufnahme finden, ſo gedenke ich deren noch mehrere folgen zu laſſen.

Der Verfaſſer.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite.

Erſter Vortrag. Vom Druck der Luft. — Mannigfache Unklarheit über den Luftdruck. — Vergleichung des Luftmeers mit dem Ocean. — Dynamide. — Aggregatzuſtände. — Elaſticität der Luft. — Bildung der Erde. — Die Luft ein Theil der Erde. — Schwere der Luft. — Der Luftdruck ein Product der Schwerkraft und Expanſionskraft. — Verſchiedene Dichte der Luft. — Höhe der Atmoſphäre. — Wie der Luftdruck zu ertragen iſt. — Theorien des Alterthums. — Beweis für den Luftdruck. . . . . 1— 26

Zweiter Vortrag. Mancherlei Wirkungen des Drucks und der verſchiednen Dichte der Luft. — Zudringlichkeit der Luft. — Wirkung des Sauerſtoffs. — Mechaniſche Arbeiten des Luftdrucks. — Seine Hülfe beim Gehen. — Die Luft als Wachtpoſten. — Compagniegeſchäft des Luftdrucks mit dem Dampf. — Entziehung des Luftdrucks beim Zuckerkochen. — Einwirkung der Atmoſphäre auf die Schallverhältniſſe. — Dieſe Einwirkung auf die Wärmeverhältniſſe. — Doppelter Dienſt der Luft dabei. — Heilſame Ausgleichung. 27— 49

Dritter Vortrag. Fortſetzung des vorigen. — Einwirkung der Atmoſphäre auf die Lichtverhältniſſe. — Abſorbtion des Lichtes. — Die Atmoſphäre als Lichtſchirm. — Einfluß derſelben auf die Farbe des Himmels. — Dieſer Einfluß auf Brechung und Ablen-

Digitized by Google

Seite.

lung der Lichtſtrahlen. — Das Funkeln der Sterne. — Luftſpiegelungen. — Die Luft als Gehülfe bei Höhenmeſſungen. — Barometer — Aneroidbarometer. — Beiſpiele von Höhenberechnungen nach dem Barometer. — Höhenberechnung der Atmoſphäre. — Luftdruck nach unten in die Tiefe der Erde. — Ebbe und Fluth im Luftmeer. — Thermometer zu Höhenmeſſungen. . . 50— 77

Vierter Vortrag. Von der Luftſchifffahrt und deren Geſchichte. — Marine für das Luftmeer. — Phyſikaliſche Begründung der Luftſchifffahrt. — Vergleichung der Luft mit dem Waſſer in Beziehung auf das Schwimmen. — Hohes Alter der Luftſchifffahrt. — Erfindung der Luftballons. — Montgolfieren. — Charlieren. — Rozier und d'Arlandes. — Charles und Robert. — Einrichtung der Aëroſtaten. — Hinderniſſe, die zu bekämpfen ſind. — Beliebiges Heben und Senken des Ballons. — Anlanden. — Lenkung des Ballons. — Blanchard's Fahrten. — Der erſte Märtyrer der Luftſchifffahrt. — Garnerin. . . . . 78—106

Fünfter Vortrag. Fortſetzung des vorigen. — Zambeccari's merkwürdige Luftreiſen. — Green's Fahrten. — Anwendung des Leuchtgaſes. — Erfindung des Fallſchirms. — Der Luftballon im Dienſt der Kriegführung. — Derſelbe im Dienſt der Wiſſenſchaft. — Luftreiſen der neueſten Zeit. — Pitſchner und Regenti. — Glaiſher. — Nadar. — Berechnung der Steigkraft des Ballons. . . . . 107—138

Sechster Vortrag. Von dem Winde und der Windrichtung. — Meinung des Alterthums darüber. — Wie die neue Zeit eine Geſetzmäßigkeit darin nachgewieſen hat. Dove. — Allgemeine Urſach des Windes. Verſchiedene Stärke deſſelben. — Wärme und Rotation. — Paſſate. — Calmen. — Polarſtrom und Aequatorialſtrom. — Beweiſe für den letztern. — Reiſe mit dem Paſſat durch die verſchiednen Länder und Meere. — Monſune. . . . . 139—158

Digitized by Google

Seite.

Siebenter Vortrag. Fortsetzung des vorigen. — Winde der gemäßigten und kalten Zone. — Die zwei Hauptwinde. — Kampf der beiden Strömungen. — Dove's Drehungsgesetz der Winde. Erklärung desselben. — Was die Winde von ihrer Reise mitbringen. — Der regelmäßige Witterungswechsel des Winters. — Stürme; ihre Ursachen. — Gesetzmäßigkeit in den Stürmen. — Dove's Theorie der Stürme. — Wichtigkeit derselben für die Schifffahrt. . . . . 159—182

Achter Vortrag. Die Luft als Wasserträger. — Wunderbarer Dienst der Luft. — Soll und Haben bei der Wasserwirthschaft des Landes. — Verdunstung. — Tribut des Landes an das Meer. — Vermittler zwischen Land und Meer. — Freundschaftsverhältniß zwischen Luft und Wassergas. — Verhältniß des letztern zu Raum und Wärme. — Bedingungen zur Regenbildung. — Heimliche Dienste des Wasserträgers. — Wohlthätige Circulation. . . . . 183—204

Neunter Vortrag. Fortsetzung des vorigen. — Anwendung der bisher besprochenen Vorgänge auf die verschiednen Terrainverhältnisse der Erde. — Wassergehalt der tropischen Luft. — Vergleichung mit der gemäßigten und kalten Zone. — Zone des periodischen Regens und des veränderlichen Niederschlags. — Insulares und continentales Klima. — Einfluß der Gebirge und Hochebnen, so wie der Windrichtungen. . . . . 205—218

Zehnter Vortrag. Uebersicht der Dienste, welche die Luft als Wasserträger den einzelnen Ländern leistet. — Amerika. — Höhenverhältnisse. — Gebiet des Orinoco und des Amazonenstroms. — Westseite der Anden. — Gebiet des Rio de la Plata. — Chili. Patagonien. — Mittel- und Nordamerika. — Die Ebnen des Mississippi und Missouri. — Afrika. Gestalt und Höhenverhältnisse. — Vergleichung mit Amerika. — Sahara, Nubien, Aegypten; Nilquellen. Madagaskar. . . . . 219—240

Digitized by Google

Seite.

Elfter Vortrag. Fortſetzung und Schluß des vorigen. — Aſien = Europa. — Der große Gebirgszug beider. — Aſiens Hochland. — China, Perſien, Arabien. Indien. — Auſtralien. Inſeln und Feſtland. — Europa. Allgemeine Regenverhältniſſe. — Norwegen, Schweden. — Pyrenäiſche Halbinſel. — Einfluß der Alpen und Apeninen. — Großbritannien. — Frankreich. — Deutſchland. — Einfluß des Rieſengebirges und des Harzes für Schleſien, Böhmen, Mecklenburg. — Gegenſeitige Aushülfe der verſchiedenen Länder. . . . . 241—260

Digitized by Google

Erster Vortrag.

Vom Druck der Luft.

Wenn ich die Reihe der Vorträge mit einer Betrachtung über den Druck der Luft beginne, um dadurch für das Verständniß der folgenden Vorträge einen sicherern Grund zu legen, so habe ich damit freilich einen Gegenstand gewählt, von dem ein Jeder das Nöthige schon zu wissen meint. Aber es geht damit wie mit so vielen Dingen, von denen man täglich wie von alten Bekannten redet, und die man doch blos dem Namen nach kennt; man hat sie nie von Angesicht gesehn, man hat noch kein freundliches oder verständiges Wort mit ihnen gewechselt, viel weniger sie nach ihrem Charakter und ihrer Eigenthümlichkeit kennen gelernt. Von dem Druck der Luft hat Jeder schon gehört, und es ist ihm auch schon als etwas Seltsames zu Ohren gekommen, daß die Stärke des Druckes, den die Luft auf den menschlichen Körper ausübt, viele Tausend Pfund beträgt; er hat sich anfangs darüber verwundert und hat es dann als etwas allgemein Bekanntes angenommen; eine Einsicht in die Sache hat er nicht gewonnen.

Freilich, wer eine ordentliche Schule der Physik durchgemacht hat, weiß wohl davon zu reden, und deren sind ja jetzt schon eine ziemlich große Zahl. Aber wie auch selbst solche, die sich eingehend mit Physik beschäftigen, gar verkehrte Vorstellungen vom Luftdruck haben können, das hat uns vor noch nicht zwei Jahrzehnten ein Herr von Drie-

Digitized by Google

berg gezeigt. Daß dieser zur Erklärung der Erscheinungen, die man sonst allgemein als Wirkungen des Luftdrucks ansieht, eine andere Theorie aufstellte oder vielmehr aus dem Alterthum aufbesserte, das mag man ihm gern zu Gute halten, denn mit einer neuen Theorie aufzutreten und allgemein geltende Ansichten als Vorurtheile nachzuweisen, hat ja immerhin viel Verlockendes. Aber das kann man wenigstens von dem, der Solches beginnt, verlangen, daß er die Ansicht, die er bekämpft, und die er lächerlich machen will, genau kennt. Solche Bekanntschaft mit der Lehre vom Luftdruck verräth sich nun freilich nicht, wenn derselbe höhnend ausruft: „Nach dem weisen Rathschlusse der Physikbeflissenen müssen wir armen Creaturen uns bekanntlich mit einer Luftlast von 30- bis 40tausend Pfund herumschleppen, und selbst die Tänzerin Elßler, wennn sie auf der großen Zehe steht, trägt ihre 30tausend Pfündchen."

Aber was reden wir von einem Namen, der auf diesem Felde längst verschollen ist! Nun, er sollte uns nur als Beispiel dazu dienen, mit welcher Unklarheit die Lehre vom Luftdruck noch immer selbst von Gebildeten aufgefaßt wird; denn allerdings hat Jener darin viele Bundesgenossen. Das stellte sich damals klar heraus, als fast jede Zeitung ein neues Experiment brachte, durch welches die Lehre vom Luftdruck umgestoßen werden sollte. Damals hörte man fast in allen Kreisen darüber schelten, daß die Physiker von Fach so vornehm thäten und sich auf die Vertheidigung der alten Lehre und auf Widerlegung der Drieberg'schen Theorie auch nicht mit dem geringsten Versuche einließen. Die aber, die auf eine Vertheidigung harrten, zeigten eben nur, daß sie von dem Wesen des Luftdrucks keine klare Anschauung hatten; und deren waren damals und sind noch jetzt sehr viele. Und doch thut Klarheit hierin jetzt,

Digitized by Google

wo so vielfache Maschinen bereit sind, dem Menschen einen Theil seiner Arbeit abzunehmen, fast in jedem Gewerbe sehr noth; ist doch in sehr vielen Maschinen und gewerblichen Vorrichtungen der Luftdruck ein mitbetheiligter Factor. Und in dem Kreise, in welchem sich die meisten der folgenden Vorträge bewegen, ist er gradezu die Haupttriebfeder.

So mag dieser Vortrag denn zugleich als Einleitung zu den übrigen gelten, obwohl jeder derselben auch für sich allein Verständlichkeit anstrebt.

Daß die Luft auf alle Gegenstände der Erde und auch auf uns einen beträchtlichen Druck ausüben muß, das sollte uns schon eine einfache Vergleichung mit dem Meere sagen. Jeder Körper, der sich im Wasser befindet, erleidet durch das letztere von allen Seiten her einen Druck, der um so stärker ist, je tiefer der Körper seine Stelle unter der Oberfläche des Wassers hat. So wird ein Holz, das sonst leichten Sinnes genug ist, auf den Wasserwogen lustig umherzutanzen, wenn es eine Zeit lang in der Tiefe des Meeres festgehalten ist, dadurch viel schwerfälliger; der gewaltige Wasserdruck hat die Luft aus seinen Poren ausgetrieben und das Holz dichter gemacht, so daß es die Kunst, zu schwimmen, verlernt hat. Dieser Druck beträgt in einer Tiefe von 32 Fuß etwa 15 Pfund auf jeden Quadratzoll. Wie gewaltig muß dieser Druck an den tiefsten Stellen des Meergrundes sein, die man schon bis zu 26,000, ja im südlichen Theil des atlantischen Oceans bis zu 43,000 Fuß Tiefe gemessen hat!

Und sind wir nun nicht auch, auch wenn wir sichern Schritts auf der festen Erde wandeln, doch auf dem Grunde eines Meeres? Erhebt sich nicht hoch über uns das ganze gewaltige Luftmeer in ungemessener Höhe? Die Vögel

Digitized by Google

ſchwimmen darin umher und ſteigen auf und nieder, wie die Fiſche in der See. Freilich, es iſt ein leichteres Element als das Waſſer; aber wir auf dem Grunde dieſes Luftmeers ſind auch viel tiefer unter der Oberfläche deſſelben, als es im Waſſer je möglich wäre; je tiefer aber, deſto ſtärker iſt der Druck, denn alle Luft über uns vereinigt ſich, ſolchen Druck auszuüben und zu verſtärken. Und dieſe Luft über uns, die ſich an dem Druck betheiligt, reicht gar hoch hinauf! Freilich, durchmeſſen hat noch Niemand dieſe Höhe; wie der Fiſch aus der Tiefe des Meeres zur Oberfläche deſſelben ſteigt, um auch einmal zu ſehen, wie die Welt außerhalb ſeines Elements ausſieht, nicht ſo vermag der Menſch oder irgend ein Vogel ſich zur oberen Grenze des Luftmeers zu erheben. Aber wohin der ſchwerfällige Körper nicht zu kommen vermag, dahin ſchwingt ſich leicht der rechnende Geiſt auf und kommt dann zurück von dem Gedankenflug und giebt Maaß und Zahl an, als ob er mit der Meßſchnur in der Hand den Himmelsraum durchſchritten hätte. So hat man berechnet, daß das Luftmeer, welches die Erde umgiebt, oder die Atmoſphäre eine Höhe von ungefähr 10 Meilen hat. (Wie man zu dieſem Ergebniß gekommen iſt, wird der folgende Vortrag darthun). Eine ſolche 10 Meilen hohe Luftſäule erlaubt ſich alſo jeden Augenblick, uns mit ihrem Druck zu beläſtigen; man ſollte meinen, ein Menſchenkind, das von Kindheit an das ganze Leben hindurch unter ſolchem Druck einhergehen muß, das müßte ſich auch an jeden andern beliebigen Druck gewöhnen laſſen; mancher Staatsmann glaubt das auch und verrechnet ſich doch, weil er die Elaſticität des Geiſtes nicht in Anſchlag bringt, der, wie jede elaſtiſche Kraft, deſto mächtigerem Gegendruck übt, je ſtärker er gedrückt wird. Wir werden dieſe revolutionaire Eigenſchaft

Digitized by Google

jetzt auch an der Luft kennen lernen, und zwar grade als einen Hauptfactor des Druckes, den sie ausübt.

Die Luft nehmlich gehört zu den hochmüthigen Persönlichkeiten, die sich gern aufblähen und großmachen; sie ist durchaus nicht in Bescheidenheit mit einem kleinen Plätzchen zufrieden; zwar, wenn es ihr nicht größer geboten ist, so behilft sie sich auch zur Noth; wenn sie es aber haben kann, so macht sie sich breit und dehnt sich aus, so weit ihr nur immer Raum geboten wird.

Man kann sich das nach einer Hypothese, die durch die neuesten Untersuchungen von Redtenbacher*) die höchste Wahrscheinlichkeit gewonnen hat, in folgender Weise vorstellen. Die Luft besteht wie jeder Körper aus überaus kleinen materiellen Theilchen, Körperatome genannt, welche einander anziehen; diese Anziehung wirkt aber nur in nächster Nähe stark und nimmt bei der Entfernung der Atome von einander in hohem Grade ab. Der ganze Weltraum ist mit einem Aether erfüllt, der aus noch viel kleineren Aetheratomen besteht, die einander abstoßen, aber von den Körperatomen angezogen werden. Jedes Körperatom ist nun ringsum von Aetheratomen, wie von einer Hülle umgeben und wird mit seiner Aetherhülle eine Dynamide genannt, weil darin Alles enthalten ist, was zur Hervorbringung von dynamischen oder Kräfte-Wirkungen gehört. Diese Aetherhüllen, die einander abstoßen, haben das Bestreben, die Körperatome von einander zu entfernen; die Körperatome selbst aber, die einander anziehen, haben das Bestreben, sich einander zu nähern. Daraus ergeben sich drei verschiedene Zustände; es überwiegt nehmlich entweder die anziehende Kraft der Körper-

*) Das Dynamiden-System, Grundzüge ꝛc. von Redtenbacher. Mannheim bei Bassermann.

Digitized by Google

atome, oder diese steht mit der abstoßenden Kraft der Aetherhüllen im Gleichgewicht, oder endlich letztere hat das Uebergewicht. Es entsprechen diese drei Verhältnisse den drei Aggregatzuständen, nehmlich dem Zustande der festen, flüssigen und luftförmigen Körper.

Bei den festen Körpern sind die Körperatome einander so nahe, daß sie durch die Anziehung fest zusammengehalten werden; bei den flüssigen Körpern sind diese Atome schon so weit getrennt, daß ihre gegenseitige Anziehung nicht mehr stärker ist, als die abstoßende Kraft der Aetherhüllen, so daß zwischen den materiellen Theilen weder Anziehung noch Abstoßung zur Geltung kommt, und sie sich leicht verschieben und trennen lassen. Bei den luftförmigen Körpern dagegen sind die Körperatome noch weiter von einander entfernt, so daß ihre Anziehungskraft ganz unwirksam wird, und sie durch die abstoßende Kraft der Aetherhüllen immer weiter von einander entfernt werden, soweit sich der Raum dazu bietet.

In diesem letzteren Falle befindet sich nun die atmosphärische Luft; in ihren Theilchen zeigt sich das Bestreben, sich immer weiter von einander zu entfernen. Man nennt diese Eigenschaft der Luft die Expansivkraft oder Spannkraft. Vermöge dieser Kraft dehnt sie sich immer weiter aus, wo sie Raum findet; und wie dünn sie auch schon geworden wäre, es kann sie doch nicht abhalten, wenn sie noch weitern Raum findet, auch diesen noch zu erfüllen und sich so immer weiter aufzublähen. So dringt sie denn überall hin, wo sie nur eine Oeffnung und ein Plätzchen findet; es ist kein Ort so tief oder so verborgen, wenn man ihn nicht fest vor ihr verschließt, wohin sie nicht mit ihrem neugierigen flatterhaften Sinn dränge. Ja, selbst wo einer ihrer Vettern, ein andres Gas, schon einen Raum ganz,

Digitized by Google

erfüllt hat, weiß sie sich doch noch zwischen die Theilchen dieses Gases hineinzudrängen und ihrerseits eben so den Raum zu erfüllen, als ob dieser vorher ganz leer gewesen wäre, so recht zum Trotz des bekannten Satzes, daß in dem Raume, den der Eine einnimmt, nicht zugleich der Andre sein kann. So wäre der ganze Weltraum vor ihrem Besuch und vor ihrer Allgegenwart nicht sicher, denn die Thätigkeit dieser ausdehnenden Kraft kennt gar keine Grenzen, wenn ihr nicht anderswo Schranken gesetzt werden; und freilich für einen solchen Schlagbaum ist gesorgt; wir werden ihn nachher gleich kennen lernen.

Jetzt müssen wir erst zur Ehre der Luft eingestehen, daß sie sich auch in die Verhältnisse zu schicken weiß; wenn sie keine große Wohnung haben kann, so richtet sie sich auch mit einer kleinen ein. Wie sie sich nehmlich auszudehnen strebt, so läßt sie sich auch in einen immer engeren Raum zusammendrücken. Aber freilich zeigt sich hierbei ihr vorher erwähnter revolutionärer Sinn; je stärker sie zusammengedrückt wird, desto heftiger murrt sie dagegen und droht, ihre Schranken zu durchbrechen, d. h. ihre Spannkraft wird immer stärker. Wenn man ihre Theilchen nur so nahe zusammenbringen könnte, daß die Anziehungskraft dieser unter einander gegen die Abstoßungskraft der Aetherhüllen zur Geltung kommen könnte, dann wäre ihr rebellischer Sinn mit einem Mal gebrochen, die ganze Expansivkraft wäre gefesselt, von dem ausdehnsamen Widerstande wäre keine Spur mehr. Also nur keine halbe Arbeit; ernsten, ausdauernden, energischen Druck, dann wird es gehen! Bei etlichen Gasen gelingt es wirklich, aber bei der atmosphärischen Luft ist es noch keiner Gewalt je gelungen; sie ist und bleibt rebellisch.

Allerdings giebt es Gase, die in Flüssigkeit und selbst

Digitized by Google

in feste Körper verwandelt werden können; es wirkt dazu theils Druck, theils Abkühlung. Das bekannteste Beispiel ist das Wassergas, das allzeit in größerer oder geringerer Menge unsichtbar in der Atmosphäre enthalten ist. Wird dies erkaltet, so geht es in Wasser über, wie jeder Deckel, den man über einen Topf kochenden Wassers hält, an den Wassertropfen zeigt, die sich dort aus dem aufsteigenden Wassergas bei der Abkühlung bilden und anhängen. Bei größerer Erkaltung erstarrt das flüssige Wasser zum festen Eis. Es kommt bei diesen Vorgängen ja nur darauf an, die Körperatome des Gases näher aneinander zu bringen, um das Gas zuerst flüssig und endlich auch fest zu machen. Diese größere Annäherung kann durch Druck geschehen, hauptsächlich aber durch Wärmeentziehung. Die Wärme, die wohl nur ein eigenthümlicher Bewegungs- oder Schwingungszustand des Aethers ist, macht eben durch diese Bewegung die abstoßende Kraft des Aethers so wirksam, daß dadurch die Körperatome immer mehr von einander entfernt werden, und dadurch feste Körper in flüssige und diese in luftförmige übergehen. Entzieht man einem Gase diese Wärme, oder was dasselbe scheint, vermag man diesen Schwingungszustand des Aethers in dem Gase wenigstens theilweise aufzuheben und dadurch seine abstoßende Kraft zu schwächen, so wird man umgekehrt das luftförmige Gas flüssig und endlich auch fest machen können. Also nur die Wärme der Begeisterung entziehen oder sie gar nicht erst aufkommen lassen, so ist jede widerstrebende Expansion verhindert!

Die Natur zeigt uns Jahr aus, Jahr ein im mannigfachen Spiel diese Umwandlungen an dem Wasser. Andre Umwandlungen geschehen vielfach in der Gewerbthätigkeit; Schwefel wird flüssig gemacht und in Gas verwandelt;

Digitized by Google

Metalle werden durch Wärme fließend und würden sich gewiß auch in Gas auflösen, wenn wir die nöthige Hitze schaffen könnten. Es ist darum wohl anzunehmen, daß jeder Körper ohne Unterschied, so ihm nur im nöthigen Maaße Wärme zugeführt oder entzogen wird, luftförmig, flüssig oder fest erscheinen kann, also auch unsere atmosphärische Luft.

Werfen wir hierbei, um das Verhältniß der Atmosphäre zu den übrigen Theilen der Erde klar anzuschauen, einen kurzen Blick auf die Bildung der Erde, wie sie, freilich nur als Hypothese, aufgestellt wird. Es ist das keine ungehörige Abschweifung; wir nehmen nur auf unserm Wege zum allseitigen Verständniß des Luftdrucks etwas mit, was wohl seitwärts liegt, uns aber doch für unser Ziel förderlich ist.

Man geht davon aus, daß einst alle Stoffe, welche jetzt die Millionen Weltkörper bilden, sich aufgelöst in dem Zustande eines sehr dünnen Gases befanden und den Weltraum erfüllten. Es war also ein Durcheinanderwogen der verschiedensten Gase, z. B. Eisengas, Kupfergas, Schwefelgas, Wassergas. Diese Stoffe hatten die Kraft gegenseitiger Anziehung, wovon die Folge war, daß sich gewisse Mittelpunkte bildeten, um welche die übrige Gasmasse sich bewegte. In Folge der Anziehung näherten sich die Theilchen; aus dem Gas wurde ein Nebel, und der Nebel schied sich in ebenso viele Abtheilungen, als es Mittelpunkte der Anziehung und Bewegung gab. So schieden sich die verschiedenen Sonnensysteme. In diesen schieden sich in ähnlicher Weise und in Folge der schnellen Bewegung die Planeten aus. So haben wir die Erde als einen Nebelball, dessen Theile sich um einen bestimmten Mittelpunkt drehen; nach diesem Mittelpunkt hin wird Alles an-

Digitized by Google

gezogen, darum muß ſich der Ball immer mehr verdichten. Die Folge ſolcher Verdichtung oder Zuſammenziehung iſt die Entwicklung einer großen Wärme. Wenn nämlich irgend ein Körper ſtark zuſammengepreßt wird, ſo wird er warm; wenn man Luft in einer geſchloſſenen Glasröhre ſchnell zuſammenpreßt, ſo entſteht ein Lichtblitz und eine Wärme, durch welche Schwamm angezündet werden kann (das ſogenannte pneumatiſche Feuerzeug). So mußte in Folge dieſer Zuſammenziehung der ganze Erdball in Gluthhitze gerathen; man hat aus der mechaniſchen Kraft, die bei dieſer Zuſammenziehung wirkſam ſein mußte, berechnet, daß dadurch eine Hitze erzeugt werden mußte, von der ein Theil ſchon hinreichend iſt, alle Stoffe der Erde in gasförmigen Zuſtand aufzulöſen. Dieſe Hitze fing nun allmählig an, in den Weltraum auszuſtrahlen; die Gaſe, die durch die Anziehung verdichtet waren und durch Wärmeausſtrahlung auch abgekühlt wurden, fingen nun an, in den flüſſigen Zuſtand überzugehen. Zunächſt natürlich die Stoffe, die am meiſten Wärme gebrauchen, um ſich in gasförmigen Zuſtand darzuſtellen, alſo namentlich die Metalle und andere Mineralien; alſo etwa Platingas ging in geſchmolzenes, fließendes Platin über, ſobald ſo viel Wärme ausgeſtrahlt war, daß es nicht mehr gasförmig bleiben konnte. So nach und nach die anderen Stoffe, die ſchon bei geringerer Wärme gasförmig ſind und alſo erſt bei größerer Wärmeentziehung flüſſig werden. So war die Erde eine glühende flüſſige Kugel geworden, ein gewaltiger Gluthtropfen, umgeben noch von einer Gashülle der Stoffe, die auch bei größerer Abkühlung noch luftförmig bleiben. Als die Erde nun immer mehr Wärme in den Weltraum hinausſtrahlte, wurden endlich mehrere Stoffe ſo weit abgekühlt, daß ſie auch nicht mehr flüſſig bleiben konnten;

Digitized by Google

sie wurden fest, also namentlich Metalle und Erden; es bildete sich eine feste Kruste um die Erde. Nun kam die Reihe der Verwandlung auch an die Gase, denen es bisher immer noch zu warm war, um flüssig zu werden; sie gingen nun auch in den tropfbaren Zustand über. Der letzte dieser Stoffe war das Wassergas; so lange die Oberfläche der Erde noch eine Wärme von 80 Grad R. hatte, konnte es nicht flüssig werden. In größerer Entfernung von der starr gewordenen Oberfläche konnte es wohl mehr abkühlen und verwandelte sich in Nebel und endlich in Regen; große Regenmassen fielen nun wohl zur Erde nieder, wurden aber, sobald sie nach der heißen Erde kamen, gleich wieder in Dampf und Gas aufgelöst. So dauerte dies Spiel der Verwandlung wohl lange Zeit, bis die Oberfläche der Erde unter 80 Grad abgekühlt war und sich das niederschlagende Wassergas zu Wasser ansammeln konnte. „So ward geschieden das Wasser unter der Veste von dem Wasser über der Veste.“ Und diese Scheidung ist geblieben, es findet sich immer noch Wasser über der Veste; denn dem Wassergas ist es immer noch zu warm, um in seiner ganzen Masse flüssig zu bleiben; an der Oberfläche des Wassers verwandelt es sich noch immer in Wassergas und steigt nach oben auf, wo es theils unsichtbar ist, theils bei gehöriger Abkühlung in der Rückverwandlung begriffen, als Nebel und Wolken sichtbar wird. So haben wir hierin einen Stoff, in welchem uns ein Theil der Verwandlungsepoche noch erhalten ist und uns täglich neu vor Augen tritt.

Einige wenige Stoffe aber sind noch, denen es auch jetzt, selbst im härtesten Winter, noch viel zu warm ist, um auch nur einen kleinen Versuch zu machen, sich statt des gasförmigen Zustandes im flüssigen darzustellen. Das sind

Digitized by Google

namentlich die Gase, aus denen die atmosphärische Luft zusammengesetzt ist, nehmlich Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure. Stickstoff ist die größere Menge, nehmlich 79 Raumtheile, Sauerstoff nur 21; die Kohlensäure ist nur in sehr geringer Menge, etwa nur als der zweitausendste Theil des Ganzen, und noch dazu in wechselnder Menge vorhanden, während Sauerstoff und Stickstoff überall in demselben Verhältniß zusammen sind.

Für diese Gase müßte sich die Erde noch viel mehr abkühlen, wenn sie den andern in der Umwandlung zum flüssigen Zustand nachfolgen sollten. Da aber die Erde jetzt durch die Sonne so viel Wärme empfängt, als sie ausstrahlt und deshalb im Durchschnitt immer in derselben Temperatur bleibt, so kann uns das Vergnügen nicht zu Theil werden, etwas flüssigen Sauerstoff oder flüssigen Stickstoff zu trinken; wir müssen uns schon mit der Einathmung derselben begnügen. Nur die Kohlensäure hat man bezwungen, nicht durch Kälte, sondern durch gewaltigen Druck; dadurch kann man sie flüssig machen. Aber zum Trinken derselben kommt es doch nicht; denn sobald der Druck nachläßt, geht sie sogleich wieder in Gas über. (Was man in kohlensauren Wasser trinkt, ist nicht flüssige Kohlensäure, sondern nur das Gas derselben, das im Wasser Wohnung genommen hat, aber immer bereit ist, wieder zu entfliehen.)

So ist uns durch diese Anschauung nun wohl klar geworden, daß die atmosphärische Luft ganz ebenso ein Theil der Erde ist, wie das Wasser, wie Sand, Lehm, Steine und Metalle, und ganz ebenso wie diese von der übrigen Erdmasse angezogen und festgehalten wird. Der Mittelpunkt dieser Anziehung aber oder die Concentration, die Zusammenfassung der anziehenden Kraft, ist im Mittel-

Digitized by Google

punkt der Erde. Nach dem Mittelpunkt der Erde hin, alſo überall, wo man ſteht, in ſenkrechter Richtung nach unten, geht alle Anziehung; dahin fällt jeder Körper, wenn er nicht unterſtützt oder durch eine andre Kraft feſtgehalten wird; dahin wird auch die atmoſphäriſche Luft gezogen. Wenn wir von einem eigentlichen Fallen der Luft nicht reden können, ſo liegt das nur daran, daß ſie eben immer unterſtützt iſt, daß jede Luftſchicht andere Luft unter ſich hat, auf der ſie ruht, und daß ſie ſich in jedem leeren Raum ausdehnt, um ihn gleich ganz zu erfüllen. Wenn wir unter einer Luftſchicht einen leeren Raum machen könnten und könnten die Luftſchicht ſelbſt in eine gewichtsloſe Hülle einſchließen, ſo daß ſie ſich nicht ausdehnen könnte, ſo würde ſie ebenſo wie ein Stein zur Erde fallen.

Die Luft iſt alſo ſchwer; ſie hat ein Gewicht, wie jeder andere Körper, d. h. ſie wird zur Erde hingezogen und muß alſo auch auf ihre Unterlage einen Druck ausüben. Man kann ſie daher auch wie einen anderen Körper wägen, wenn man ſie nur einſchließt, um ihre Ausdehnung zu verhindern. Man nehme eine große Glaskugel, an der ein Hahn zum luftdichten Verſchluß iſt; man wäge erſt die luftenthaltende Kugel, pumpe dann die Luft aus, ſchließe den Hahn und wäge wieder, ſo wird man finden, daß ein Kubikfuß Luft 2⅘ Loth wiegt, alſo etwa 770mal leichter als Waſſer iſt.

Wäre die Luft nicht ſchwer, würde ſie alſo nicht zur Erde hingezogen, ſo würde ſie vermöge ihrer Expanſionskraft ſich in den weiten Weltraum ausdehnen und würde hier bei uns ſo dünn ſein, daß wir darin gar nicht leben könnten; auch wäre es dann unmöglich, daß die untern, der Erde näher befindlichen Luftſchichten dichter als die obern ſein könnten, wie es doch in der That iſt.

Digitized by Google

Wäre nun die Luft blos schwer, ohne ausdehnsam zu sein, dann könnte man allerdings von einer Last reden, die man in Folge des Luftdrucks zu tragen hätte; und da die Luftsäule, die von der obersten Grenze der Atmosphäre bis hier unten her, auf dem Grunde des Luftmeers, auf den Menschen drückt, allerdings ein Gewicht von vielen Centnern hat, so würde einem Menschen wohl das Tanzen vergehen, hätte er auch stärkere Knochen als die Elßler. Aber mit der Schwere der Luft steht die Spannkraft derselben in Kampf.

Vermöge der Spannkraft will die Luft sich immer weiter ausdehnen und möchte so, sich nach allen Richtungen hin immer länger streckend, den ganzen Weltraum besuchen und ihn zugleich mit ihrer Allgegenwart erfüllen. Aber die Schwere ist nun der oben erwähnte Schlagbaum, der ihrer Reiselust eine Grenze setzt; die Schwere hält sie bei der Erde fest. Es ist ein rastloses Hinausstreben in die Weite; aber die Anziehungskraft der Erde ist der unsichtbare Zaum, der sie zügelt und bändigt; und je mehr sie diesen Zügel fühlt, je straffer sie zusammengehalten wird, desto wilder wird ihr Sinn, desto stärker äußert sie ihre innere Kraft auf ihre Umgebung. Diese Kraftäußerung ist der Luftdruck, ein Product des Kampfes zwischen der Schwerkraft oder Anziehungskraft der Erde und der Expansionskraft der Luft. Natürlich muß die Schwerkraft das Uebergewicht haben, denn von einem Schwächern läßt man sich nicht zügeln Die Schwerkraft nimmt aber mit der Entfernung vom Mittelpunkt der Erde ab, sie muß also auf die Luftschichten, die zunächst der Erde sind, am stärksten wirken, ihre Expansionskraft am meisten zügeln und so in diesen Schichten die Lufttheile am dichtesten zusammenhalten. Schon aus diesem Grunde muß die untere Luft dichter sein, d. h. in

Digitized by Google

einem gleichen Raume mehr Lufttheile enthalten, als die obere. Dazu kommt noch ein anderer Grund. Packt man loſe Stoffe, etwa Wolle, Kräuter oder dgl. hoch übereinander, ſo werden die unteren Schichten feſter zuſammenliegen, als die obern, weil ſie durch den Druck der obern Theile mehr zuſammengepreßt werden; oder eine lange Spiralfeder von dünnem Drath, deren einzelne Windungen alle in gleicher Entfernung gemacht ſind, wird, wenn man ſie aufrecht ſtellt, trotz der Elaſticität, die ſie auseinander hält, doch in Folge des Drucks der obern Theile in ihren untern Windungen enger zuſammengedrückt werden, als in den oberen. So alſo auch die Luft; die oberen Schichten, die bei all' ihrer Luſt zur Flucht doch von der Erde nach unten gezogen werden, preſſen die unteren Schichten enger oder dichter zuſamen. So muß alſo auch aus dieſem Grunde die untere Luft dichter ſein, alſo auch mehr Spannkraft haben und mehr Druck auf die Umgebung ausüben. Dieſe Dichte nimmt nach oben hin ſo ſchnell ab, daß wenn wir die Höhe der Atmoſphäre auf 10 bis 15 Meilen rechnen, ſchon innerhalb der unterſten Meile die Hälfte der ganzen atmoſphäriſchen Luft ſich befindet.

Da die Anziehungskraft der Erde mit der Entfernung vom Mittelpunkt geringer wird, ſo muß es eine Höhe geben, wo die Schwerkraft mit der Spannkraft der Luft im Gleichgewicht ſteht. Dort muß die Grenze der Atmoſphäre ſein; es kann darüber hinaus keine Luft mehr geben, welche der Erde angehört; denn ſobald ſie nicht mehr von der Schwerkraft in Zaum gehalten wird, dehnt ſie ſich ihrer flüchtigen Natur nach im ganzen Weltraum aus. Dieſe Grenze iſt auf ca. 27 Meilen berechnet; wenn wir vorher von einer 10 Meilen hohen Atmoſphäre ſprachen, ſo giebt dies die Höhe an, in welcher die Luft ſchon dünner ſein muß, als

Digitized by Google

wir sie mit der besten Luftpumpe machen können. Wir werden späterhin noch von anderen Berechnungen in Beziehung auf die Höhe der Atmosphäre hören.

Wie man den Druck und die Dichte der Luft genau messen und den Unterschied dieses Druckes in den verschiedenen Höhen genau bestimmen kann, behalten wir dem folgenden Vortrage vor. Hier sei nur einer Erscheinung erwähnt, welche den Unterschied des Druckes der obern und der untern Luft im Allgemeinen darthut. Man weite durch Aufblasen eine Schweinsblase so aus, daß sie sich, doch nur schlaff, mit Luft füllt, und binde sie dann fest zu. Nun steige man mit ihr auf einen hohen Berg; man findet, daß sich die Blase straff gespannt hat. Die Luft nehmlich, mit der die Blase unten gefüllt war, hat eine größere Spannung, als die obere, von der sie jetzt umgeben ist; sie findet in dieser Umgebung daher nicht den Gegendruck wie unten und giebt nun ihr Uebergewicht dadurch kund, daß sie sich gegen die geringeren Genossen dort oben aufbläht und die Umhüllung zu zersprengen droht. Es ist dies ein deutlicher Beweis, daß der Luftdruck keineswegs blos eine Folge des Gewichts der darüber gelagerten Luftschichten ist, sondern vielmehr eine Folge der Spannung, in welche die Luft, allerdings mit durch jenes Gewicht, aber im Zusammenhange mit ihrer Ausdehnbarkeit versetzt ist. Denn sonst könnte die Luft in der Blase, sobald sie höher hinaufgebracht ist und sich nicht mehr unter dem Druck der früheren Luftschichten befindet, dort oben nicht diesen stärkeren Druck ausüben. Läßt man nun aber das Uebergewicht der Luft ausströmen und bindet dann die Blase wieder zu, indem sie oben noch straff gespannt ist, und bringt sie dann nach unten, so wird sie schlaff zusammen fallen, weil die untere Luft mit ihrer größeren Spannung die in der Blase

Digitized by Google

eingeſchloſſne von oben gekommne Luft allſeits ſo weit zuſammendrückt, bis dieſe auch dieſelbe Spannung erhält, dann aber auch einen kleineren Raum einnimmt, als ſie es oben gewohnt war.

So iſt es denn auch natürlich, daß die Luft ihren Druck nach allen Richtungen hin ausübt, ſowohl ſeitwärts, als auch von unten nach oben hin; denn in der Ausdehnſamkeit der Luft iſt es begründet, daß ihre Theilchen nach allen Richtungen hin ſich von einander entfernen wollen und alſo auch auf die Gegenſtände drücken, die ſie in dieſem Streben hindern. Daher iſt es eine ganz verkehrte Ausdrucksweiſe, wenn man von dem Luftdruck als von einer Laſt redet, die man zu tragen hätte. Zu tragen hat man nichts; nur gedrückt wird man von allen Seiten, und zwar von unten her ebenſo wie von oben her. Aber wir werden gleich ſehen, wie auch dieſer Druck durch Gegendruck aufgehoben wird. Hier ſchalten wir erſt noch eine Bemerkung über den Luftdruck in Zimmern und anderen geſchloſſenen Räumen ein.

Wer die falſche Vorſtellung hat, daß man die ganze Luftſäule, die ſich über uns bis hinauf in den Himmelsraum befindet, zu tragen habe, der müßte meinen, daß man in einem Zimmer oder ſonſt unter einem Dache dieſer Laſt zum großen Theil entledigt wäre; denn man hat ja in dieſem Fall nur die kurze Säule bis zur Decke oder dem Dache zu tragen. Wie leicht müßte einem da werden, wenn man von draußen in das Haus tritt und ſo die Laſt abthun kann! Aber es iſt davon nichts zu merken, weil es eben keine Laſt iſt, ſondern nur ein allſeitiger Druck, dem man nirgends entfliehen kann und, wenn man erſt ſeine wohlthuende Wirkung erkannt hat, auch nicht entfliehen mag.

Digitized by Google

Die Stärke dieses Druckes hängt von der Spannung der Luft ab, und diese ist in gleicher Höhe oder Tiefe überall, wo die Luft nur eine Oeffnung zum Eindringen findet, ganz gleich, ob unter freiem Himmel oder im Zimmer; denn die äußere Luft pflanzt ja ihren Druck auch seitwärts, also auch durch die Fenster- und Thürritzen in die Zimmer hinein fort und bringt also dort dieselbe Spannung hervor, wie sie draußen hat. Darum ist es auch ganz gleich, ob ein Barometer oder Wetterglas, welches den Luftdruck mißt, in der Stube oder draußen hängt; es zeigt drinnen wie draußen mit seiner Queckſilberſäule denſelben Luftdruck an.

Wir haben vorher ſchon angedeutet, daß der Geſammtdruck, den die Luft auf einen erwachſenen Menſchen ausübt, etwa 30 Tauſend Pfund oder 300 Centner beträgt. Der Druck der Luft nehmlich auf einen Quadratzoll iſt erfahrungsmäßig gleich einem Gewicht von $14^{14}/_{100}$ Pfund Zollgewicht. Da nun ein erwachſener Menſch etwa 14 bis 15 Quadratfuß Oberfläche, ein Quadratfuß aber 144 Quadratzoll hat, ſo ergiebt ſich daraus leicht als Druck auf die ganze Oberfläche ein Product von etwa 300 Centnern. Das könnte einen doch beinahe erſchrecken oder es könnte einem lächerlich vorkommen; man ſollte meinen, daß der Menſch davon doch ganz zuſammengequetſcht werden müßte. Allerdings, wenn dieſer Druck nur von außen käme und nicht von innen einen Gegendruck fände. Aber jeder einzelne Theil des Körpers iſt auch im Innern von demſelben Luftdruck umgeben, indem die feinen Adern, welche Flüſſigkeit und Luft enthalten, ſich in tauſendfältiger Veräſtung durch den ganzen Körper erſtrecken. Die ganze Blutflüſſigkeit aber ſteht ja unter dem Druck der äußern Luft, die durch die Lungen eingeathmet wird, und übt da-

her auch im Innern solchen Druck aus. Denken wir uns nun die Knochen von einem allseitigen Druck, der auf den Quadratzoll 14 Pfund beträgt, zusammengepreßt, so ist das für die Stärke der Knochen ein sehr geringer Druck. Die übrigen Theile bestehen aus Fasern und Geweben, die durch den Luftdruck nicht an einander gedrückt werden können, weil jedes einzelne für sich bis in die kleinsten Theile von Luft und Flüssigkeit umgeben ist; wir dürfen uns also nur jedes kleine Faserchen für sich durch den Luftdruck zusammengepreßt denken. Dabei kommt auf jedes Theilchen nur sehr wenig, und wenn der Druck auch mehr betrüge, er könnte doch keinen Schaden anrichten. Denn nehmen wir z. B. ein Stück Blase oder ein Stück des zartesten Papiers von der Größe eines Quadratzolls, so erleidet es auf jeder Seite einen Luftdruck von 14 Pfund; es ist also so, als ob wir das Papier auf einen Tisch legten und ein Gewicht von 14 Pfund darauf setzten. Das Papier würde dadurch nicht im Geringsten Schaden leiden. So schadet auch den feinen Fasern im Körper solches Zusammenpressen nichts.

Daher merkt man auch von diesem Drucke nichts, weil äußerer und innerer Druck sich für unser Empfinden gegenseitig aufheben. Nimmt man aber den Druck einerseits fort, so wird dies allerdings gleich auffallend empfunden. Wer sich schon Schröpfköpfe hat setzen lassen, weiß davon wohl zu erzählen. In diesen fingerhutartigen Gefäßen wird die Luft durch Erwärmung verdünnt, also theilweise ausgetrieben. Setzt man nun so den Schröpfkopf auf die bloße Haut, so drückt die äußere Luft ihn fest an, weil die dünne Luft im Schröpfkopf nicht den nöthigen Gegendruck ausüben kann, und man hat dann die Empfindung, als ob einem dort eine Last aufgelegt wäre. Hat man vor-

Digitized by Google

her an dieser Stelle die Haut geritzt, so treibt der im Körper wirkende Luftdruck das Blut in den luftverdünnten Raum des Schröpfkopfs hinein.

Aber wenn man doch unter gewöhnlichen Umständen nichts von dem Luftdruck merkt, wie ist man denn dahinter gekommen, daß ein solcher überhaupt existirt und daß er dem angegebenen Gewichte gleich ist? Man sieht wohl, daß die Erwägungen, die wir vorher zur Erklärung des Luftdrucks angestellt haben, füglich erst gemacht werden konnten, nachdem man von seiner Existenz schon Gewißheit hatte. Und allerdings hat es auch lange gedauert, ehe man von ihm eine Ahnung bekam, selbst nachdem man schon längst Verrichtungen oder Maschinen hatte, in denen gerade der Luftdruck der wirkende Factor ist. Die Wasserpumpen sind schon sehr alt; der Luftdruck ist es, der darin das Wasser in die Höhe treibt, aber dahinter ist man erst sehr spät gekommen. Wir wollen uns in Gedanken die einfachste Vorrichtung zu solcher Pumpe construiren.

Wir nehmen eine etwas weite Glasröhre, sie mag ein Paar Fuß lang sein, oben und unten offen; nun machen wir einen passenden Stöpsel mit Werg umwickelt, so daß wir ihn luftdicht in der Röhre auf- und niederbewegen können. Wir drücken den Stöpsel bis an das unterste Ende und halten nun die Röhre senkrecht in eine Schüssel mit Wasser. Jetzt ziehen wir den Stöpsel allmählig in die Höhe, so entsteht unter dem Stöpsel in der Röhre, die unten durch das Wasser abgesperrt ist, ein luftleerer Raum. In diesen steigt sogleich das Wasser aus der Schüssel hinein. Bei weiterm Heraufziehen des Stöpsels bildet sich unter demselben immer wieder ein luftleerer Raum, der auch sogleich von dem nachsteigenden Wasser erfüllt wird. Auf diese Weise kann man das Wasser bis oben zum Rand der

Digitized by Google

Röhre steigen lassen. Es ist dies der Vorgang, worauf die Pumpe beruht; die übrige Einrichtung gehört nicht hierher.

Welches ist nun die Kraft, die das Wasser dem Stöpsel nachsteigen läßt? Im Alterthum, wo man die Antwort auf solche Fragen mehr durch Speculation als durch Experimentiren suchte, ersann man eine Theorie, die, wie wenig Genügendes sie auch bot, dennoch bis in's 17. Jahrhundert die Herrschaft behielt. Der große griechische Philosoph Aristoteles hatte den Satz aufgestellt, daß die Natur als das Materielle einen Abscheu gegen den von Materie leeren Raum habe; diese Lehre wurde von seinen Schülern zur Erklärung der gedachten Erscheinung angewendet. Man meinte, das Wasser dringe in die luftleeren Räume hinein, weil die Natur jeden leeren Raum verabscheue und ihn deshalb auszufüllen strebe; diesen Abscheu der Natur nannte man den horror vacui. Manche meinten dabei, daß die Natur überhaupt gar keinen leeren Raum dulde, Andere, wie Heron von Alexandrien, nahmen an, daß allerdings kleine leere Zwischenräume vorhanden wären und nur ein Abscheu gegen einen gehäuften leeren Raum stattfinde. Die leeren Zwischenräume zwischen den Lufttheilen dürften nicht vergrößert und nicht verkleinert werden; würden sie durch Zusammenpressen der Luft verkleinert, so zeige die Luft das Bestreben, sich auszudehnen; würden sie durch Ausdehnung der Luft vergrößert, so zeige die Luft das Bestreben, sich zusammen zu ziehen. Also gewissermaßen wie eine elastische Sprungfeder, die nach Zusammendrücken oder Ausdehnen immer wieder auf die ursprüngliche Weite zurückgeht. (Hieran schloß sich auch v. Drieberg wieder mit seiner Theorie an.)

Mit diesen Erklärungen hatte man sich ein Paar Jahr-

Digitized by Google

tauſende begnügt; da warf ein zufälliges Experiment die bemooſte Lehre über den Haufen. Im Jahre 1640 wurde in einem Garten zu Florenz eine ſehr hohe Pumpe angelegt; ſie war ſehr genau gearbeitet, und doch war das Waſſer ſo eigenſinnig, in dem Pumpenrohr nicht höher als 32 Fuß hoch ſteigen zu wollen. Der gut ſchließende Kolben wurde höher gezogen, es blieb alſo zwiſchen ihm und der heraufgeſtiegenen Waſſerſäule ein luftleerer Raum; aber das Verhältniß ſchien nun umgekehrt, ſtatt des Abſcheus der Natur vor dem leeren Raum ſchien das Waſſer nun einen Abſcheu zu haben, in den luftleeren Raum hineinzuſteigen. In ſolchem Fall gehen dann auch Practiker zu den Gelehrten, auf die ſie ſonſt immer gern etwas zu raiſonniren haben. So wandte man ſich denn auch an den berühmten Naturforſcher Galilei und erzählte ihm von dem Eigenſinn des Waſſers. Sollte er ſagen, der Abſcheu der Natur vor dem leeren Raum ſei nur ein beſchränkter und habe ſeine Grenze? Solche Ausflucht wäre des großen Mannes nicht würdig geweſen und ſie mußte ja auch gleich das ganze Ungenügende der bisherigen Erklärungsweiſe aufdecken. Konnte man nicht erklären, warum die Natur nur vor einem 32 Fuß hohen, aber nicht vor einem höhern leeren Raum Abſcheu habe, ſo war eben nichts erklärt. Eine Thatſache hatte die bisherige Theorie umgeſtoßen, wie das ſchon oft das Verdienſt der Thatſachen geweſen iſt. Aber nun galt es, eine andere Erklärung zu ſuchen. Galilei kam auch bald auf den richtigen Grund; er vermuthete, wovon bis dahin nur manchmal in Einzelnen eine dunkle Ahnung aufgetaucht war, daß die Luft ſchwer ſein und ein beſtimmtes Gewicht haben müſſe. Aber die Zeit war vorüber, wo man Vermuthungen alsbald zur Theorie erheben konnte; man mußte ſie erſt durch That-

Digitized by Google

ſachen, durch Experimente beweiſen. Das war das Verdienſt des großen Engländers Bacon von Verulam († 1626), der zuerſt auf die Nothwendigkeit des Experimentirens hingewieſen und dadurch eine neue Aera für die Naturwiſſenſchaften begründet hatte. Aber der greiſe Galilei, ſchon blind und faſt taub, konnte ſich mit den nöthigen Experimenten nicht mehr befaſſen. Es blieb dies eine Erbſchaft für ſeinen Schüler Toricelli, der 1644 die Sache zum Abſchluß brachte.

Toricelli ging von folgender Erwägung aus. Wenn der äußere Luftdruck, der Druck der Atmoſphäre, es iſt, der die 32 Fuß hohe Waſſerſäule in die luftleere Pumpenröhre hineintreibt, ſo muß ſeine Kraft, ſo weit ſie auf die untere Röhröffnung wirken kann, gerade ſo ſtark ſein, als das Gewicht dieſer Waſſerſäule. Ließe man ſtatt des Waſſers eine andere Flüſſigkeit, die noch mal ſo ſchwer als Waſſer iſt, von der alſo ſchon eine halb ſo hohe Säule daſſelbe Gewicht wie die Waſſerſäule hätte, in die Röhre hineinſteigen, ſo würde der Luftdruck auch nur im Stande ſein, ſolche Flüſſigkeit 16 Fuß hoch in die Pumpenröhre hineinzutreiben. Von dieſer Erwägung ſchritt er zum Experiment. Als Flüſſigkeit erwählte er das Queckſilber, das beinahe 14 mal ſchwerer als Waſſer iſt; war ſein Schluß richtig, ſo konnte der Luftdruck nur eine Queckſilberſäule tragen, die an Höhe nur etwa den 14. Theil einer 32 Fuß hohen Waſſerſäule betrug; dies ſind 28 Zoll. Nun nahm er eine ungefähr 3 Fuß lange Glasröhre, die an einem Ende zugeſchmolzen war, füllte ſie ganz mit reinem Queckſilber, verſchloß das offene Ende mit dem Finger, kehrte dies nach unten und ſteckte es in ein mit Queckſilber gefülltes Gefäß. Das Queckſilber mußte nun ohne Einwirkung des Luftdrucks nach dem Geſetz der Schwere

Digitized by Google

unten aus der Röhre ausfließen, bis es in der Röhre nur so hoch stände, wie das Queckſilber außerhalb der Röhre; es bleibt aber 28 Zoll hoch in der Röhre ſtehen und fließt nicht weiter aus. Dies iſt die Folge des Luftdrucks, der auf das Queckſilber im Gefäß und durch dieſes auf das Queckſilber in der Röhre wirkt. Zuerſt war die Röhre ganz mit Queckſilber gefüllt, es war alſo keine Luft in derſelben; bei der ganzen Operation kann auch keine Luft eindringen, weil ſie durch das Queckſilber abgeſchloſſen iſt. Folglich befindet ſich nun in der Röhre, nachdem das Queckſilber bis auf 28 Zoll geſunken iſt, über demſelben ein luftleerer Raum. Dieſen Raum nennt man die Toricelliſche Leere oder das Vacuum. Der äußere Luftdruck findet alſo in der Röhre keinen anderen Gegendruck als das Gewicht der Queckſilberſäule ſelbſt. Dies Gewicht iſt demnach als die Kraft zu betrachten, die dem Luftdruck das Gleichgewicht hält. Sobald man oben die Röhre öffnet, ſo daß auch dort der Luftdruck auf das Queckſilber wirken kann, ſo fällt ſogleich die ganze Queckſilberſäule ſo tief, bis ſie mit dem äußern Queckſilber gleich hoch ſteht, weil nun die Luft in und außer der Röhre ſich gegenſeitig das Gleichgewicht hält.

Dieſe Höhe von 28 Zoll hat die Queckſilberſäule durchſchnittlich im gewöhnlichen Flachlande; auf hohen Bergen aber, wo man geringere Lufthöhe über ſich hat, die Luft daher nicht ſo zuſammengepreßt iſt als unten und alſo auch einen geringeren Druck ausüben muß, wird die Queckſilberſäule in der Toricelliſchen Röhre um ſo niedriger, je höher man kommt. Auch dies iſt ein Beweis, daß die Erklärung der gedachten Erſcheinungen durch den Druck der Luft die richtige iſt. In einem Hochlande, wo der Luftdruck geringer iſt, wird demnach auch das Waſſer in einem Pumpen-

Digitized by Google

rohr weniger als 32 Fuß hoch steigen. Es ist klar, daß man mit solcher Toricelliſchen Röhre, welche die Grundlage für das Barometer geworden ist, in den verschiedenen Orten und den verschiedenen Höhen der Erde die jedesmalige Stärke des Luftdrucks messen kann. Diese Stärke ist nehmlich nicht zu allen Zeiten gleich; es wird durch verschiedene Vorgänge in der Atmosphäre ein Wechsel hervorgebracht. Darüber wird uns der folgende Vortrag weiter belehren.

So ist also der äußerste Theil der Erdkugel das Luftmeer oder die Atmosphäre, welche auf den unter ihr befindlichen Theil der Erde einen Druck ausübt, der eben so stark ist, als wenn statt des Luftmeeres ein Queckſilbermeer von 28 Zoll Höhe die äußere Hülle der Erde wäre, oder ein Waſſermeer von 32 Fuß Höhe. In einer Tiefe von 32 Fuß unter dem Waſſer wird also, wenn man den Luftdruck über dem Waſſer fortnehmen könnte, ein Gegenstand denſelben Druck erleiden, als jetzt auf der Oberfläche der Erde von dem Luftmeere, mit dem Luftdruck zuſammen also den doppelten Druck. Jedes beliebige Flächenſtück auf der Erde, auf dem Grunde des Luftmeeres, hat demnach einen Luftdruck auszuhalten, der gleich ist dem Gewicht einer Queckſilberſäule, welche das betreffende Flächenſtück zur Grundfläche und eine Höhe von 28 Zoll hat; ein Quadratzoll erleidet demnach einen Druck von 28 Kubikzoll Queckſilber. Dies Gewicht beträgt $14\,^{14}/_{100}$ Pfund Zollgewicht. Man nennt eine Kraft, welche dieſem Drucke gleich ist, den Druck einer Atmosphäre und ſpricht ſo von zwei, drei, vier u. ſ. w. Atmosphärendruck. Den einen Atmosphärendruck, obgleich er ſo ſtark ist, können wir leicht aushalten, weil, wie wir geſehen haben, überall ein innerer Gegendruck ihm das Gleichgewicht hält, und er nicht ſo

Digitized by Google

ſtark iſt, daß durch ſein Zuſammenpreſſen die Theile unſeres Körpers Schaden leiden könnten. Unſer Körper wäre vielleicht für einen zweiten Atmoſphärendruck ſtark genug, vorausgeſetzt, daß dann auch ebenſo ein doppelter innerer Gegendruck ſtattfände. Aber das Gehen würde uns ſchon ein ganz Theil ſchwerer werden; denn wenn uns auch in der Ruhe der ſtarke Luftdruck keine Unbequemlichkeit macht, ſo müſſen wir doch allerdings bei der Bewegung immer einen Theil des uns entgegenſtehenden Luftdrucks überwinden, wovon wir ja eine recht deutliche Empfindung haben, wenn wir etwas ſchnell gehen, oder wenn die bewegte Luft als Wind uns entgegentritt. Bei doppeltem Atmoſphärendruck hätten wir beim Gehen immer die Anſtrengung, als wenn wir jetzt gegen den Wind gehen. Und die Zerſtörungen eines Sturmes wären dann ungleich heftiger und unheilbringender. Wenn der Atmoſphärendruck geringer wäre, ſo möchte uns freilich das Gehen leichter werden, aber wir würden dann wieder viele andere Unbequemlichkeiten davon haben, wie wir leicht erkennen, wenn wir uns die mannigfachen Wirkungen des Luftdruckes, von denen der folgende Vortrag handeln wird, recht überdenken. Es wird uns dann klar werden, daß die jetzige Stärke des Luftdrucks für unſere anderweitigen Verhältniſſe gerade die angemeſſenſte iſt. Und ſo wollen wir denn damit zufrieden ſein und ihn uns weder ſtärker noch ſchwächer wünſchen.

Digitized by Google

Zweiter Vortrag.

Mancherlei Wirkungen des Druckes und der verschiedenen Dichte der Luft.

Die Existenz des Luftdrucks, seine Entstehung und seine Stärke und die verschiedene Dichte der Luft als Folge davon haben wir im ersten Vortrag besprochen. Wir wollen nun eine Rundschau über die Wirkungen halten, die er in mancherlei Beziehung und auf verschiedenen Gebieten hervorbringt.

Eine Wirkung des Luftdrucks ist es zunächst, daß die Luft überall eindringt, wo sie nur irgend einen Raum und eine Oeffnung findet, und zwar so, daß sie nicht eher ruht, als bis sie drinnen gleiche Dichte hat wie draußen. Sie begnügt sich nicht damit, durch eine Oeffnung nur einige Lufttheilchen als Vorposten hineinzuschieben, sondern sie besetzt jeden Ort mit gleicher Truppenstärke. Der Luftdruck, der die Lufttheilchen in einen noch nicht erfüllten Raum hineintreibt, kommt nicht eher zur Ruhe, als bis drinnen die Luft von gleicher Dichte ist und darum der äußeren einen ebenbürtigen Widerstand leisten kann. Aber auch umgekehrt, wenn draußen die Luft etwa dünner wird, was durch mancherlei Ursachen und namentlich durch den Wechsel der Temperatur geschehen kann, so rückt ein Theil der innern Besatzung gleich wieder aus, bis drinnen und

Digitized by Google

draußen die gleichmäßige Stärke wiederhergestellt ist. So strebt der Luftdruck überall nach Gleichheit und mag in seinem Gebiete nirgends eine Bevorzugung dulden. Und da nun die Ursachen, die eine Veränderung in der Dichte der Luft hervorbringen, fortwährend in Thätigkeit sind, wie wir in einem späteren Vortrage erkennen werden, so geht auch dies Ein- und Ausrücken der Lufttheilchen fast ohne Aufhören vor sich: es ist eine unruhige Garnison, die hin und her zieht. Da wird nun fast kein Ort mit diesem fortwährenden Ein- und Ausrücken verschont, und die Luft ist so das zudringlichste Subject, das es auf Gottes Erdboden giebt. Nicht bloß daß sie in Zimmern, Schränken, Kasten, Gläsern u. s. w. Wohnung nimmt, nein, sie schlüpft auch zwischen die kleinsten Theilchen der verschiedensten Stoffe und weiß auch einen Weg in das Wasser und in andere Flüssigkeiten zu finden.

Nun könnte man sich das schon gefallen lassen, wenn sie blos käme, um zuzusehen; aber damit begnügt sie sich nicht. Sie beschnüffelt nicht blos Alles, sie greift es auch gleich an, um es so viel als möglich umzuformen und zu zerstören. Namentlich der eine Theil von ihr, der Sauerstoff, ist ein wahrer Störenfried; es giebt wenige Körper, an denen er nicht seine Zerstörungsluft ausübt, indem er sich nach und nach mit immer mehr Theilchen derselben verbindet und in dieser Verbindung ganz etwas anderes aus ihnen macht, etwas, womit wir Menschen meistens nicht zufrieden sind. Die Frauen namentlich haben in der Wirthschaft und in der Küche viel Noth mit diesem zudringlichen Gesellen. Das ist vielleicht noch das Geringste, daß er ihnen an metallenen Gefäßen und Geräthschaften viel unnütze Putz- und Scheuerarbeit macht. Zum Glück sind jetzt, wo der Mensch so schon viel weniger Zeit hat, als sonst, die

Digitized by Google

zinneren Schüsseln und Becher nicht mehr wie früher in der Mode. Hat die Frau nun solch Gefäß recht blank geputzt und stellt es voller Freude auf das Küchenbrett und kommt dann nach einiger Zeit wieder dazu, so müßte sie gleich wieder anfangen zu putzen, denn der Sauerstoff ist darüber gekommen und hat Alles wieder blind und unansehnlich gemacht. Mit kupfernen, eisernen silbernen Geräthschaften hat sie auch jetzt noch immer diese Noth; hat sie namentlich nicht recht gut abgetrocknet und nur eine Spur von Wasserdunst daran gelassen, so ist der Sauerstoff gleich da und macht aus dem Kupfer Grünspan, und auf dem Eisen Rostflecken. Aber viel schlimmer ist es, daß er der Frau so manche Speise verdirbt; auch die sorgsamste kann sich nicht immer davor schützen. Sie hat etwa einen schönen Braten und will ihn zum Sonntag aufheben; sie hat nicht vermuthet, daß plötzlich so große Hitze kommen würde, die dem Sauerstoff seine Arbeit sehr erleichtert; wie vorsichtig sie auch sorgt, daß keine Schmeißfliege oder dgl. dazu komme, den Sauerstoff treibt der Luftdruck doch bis in die geheimsten und innersten Fleischfasern hinein; und wenn dann die Hausfrau dazu kommt, ist der Schade schon geschehen. So macht sich der Sauerstoff auch an Getränke, z. B. an das Bier, und giebt ihnen, um seinem Namen Ehre zu machen, einen sauren Geschmack. Man gäbe oft viel darum, wenn man diesen Eindringling abhalten könnte. Wie schön ließen sich grüne Gemüse zum Winter aufheben, wo man solche sommerliche Erinnerung oft gern hätte; und wie viel Zucker könnten die Frauen beim Einmachen der Früchte sparen, die nachher doch meist zu süß sind, wenn sie nur auf kurze Zeit den Luftdruck aufheben könnten, nur so lange, bis sie Gemüse und Früchte in die Gefäße gethan und diese verschlossen haben. Aber

Digitized by Google

wie schnell sie auch dabei sein mögen, der Luftdruck ist doch noch viel schneller, und ehe sie fertig sind, hat er längst schon den Sauerstoff hineingeschickt, und sie schließen nun mit dem Gemüse zugleich den Feind ein, der es zerstört.

Aber kann man diesen bösen Feind denn gar nicht vertreiben oder absperren? Mittel giebt es allerdings; sie sind nur etwas umständlich; doch wendet man sie an. So nimmt man für Seereisen, um Fleisch für längere Zeit im frischen Zustande zu erhalten, das Kohlenpulver zu Hülfe; dies hat die Eigenschaft, eine große Menge Luft in seinen feinen Poren zu absorbiren und festzuhalten. Man schneidet dazu das frische Fleisch in dünne Scheiben und verpackt diese abwechselnd mit Schichten von Kohlenpulver in Gefäßen, die dann gut verschlossen werden. Einige Zeit hält dann das Kohlenpulver den Zutritt des Sauerstoffs zu dem Fleische ab. Beim Einmachen grüner Gemüse vertreibt man die Luft durch eine stärkere Macht; die Gemüse werden in blecherne Büchsen gethan und auf Feuer gekocht; die Wasserdämpfe, die nun entstehen, reißen bei ihrem Aufsteigen die Lufttheile mit fort, so daß nach einiger Zeit die ganze Büchse außer mit dem Gemüse anstatt mit Luft nur noch mit Wasserdämpfen erfüllt ist. Nun gilt es Eile! Die Büchse wird mit einer genau schließenden Kapsel verschlossen und die Fuge auch sogleich verlöthet, während das Gefäß noch auf gelindem Feuer steht, damit es immer mit dichtem Dampfe erfüllt bleibt, und so die äußere Luft keinen Zutritt gewinnen kann. Ist der Verschluß gemacht, so wird die Büchse schnell vom Feuer genommen, damit die eingeschlossenen Dämpfe durch die Wärme nicht zu mächtig werden und das Gefängniß sprengen. Sobald das Gefäß erkaltet, verdichten sich die Dämpfe, es werden einige Tropfen Wasser daraus, und das Gemüse befindet

Digitized by Google

ſich nun in einem vollſtändig luftleeren Raum. Aber Umſtände macht es.

Und doch müſſen wir ſehr zufrieden mit dieſer Zudringlichkeit der Luft ſein; es würde uns oft ſchlimm ergehen, wenn die Luft dieſe Eigenſchaft nicht hätte. Brauchen wir doch fortwährend Sauerſtoff zum Leben! Freilich, er ſchont uns auch nicht, er trägt ſeine Zerſtörungsarbeit auch in uns hinein ſo gut, wie bei andern Dingen; er verwandelt, zerſetzt und verbrennt fortwährend in uns die mancherlei Stoffe, und wir müſſen ihm durch Speiſe und Trank immer von Neuem für ſein Zerſtörungswerk Nahrung geben. Aber dieſe fortwährende Zerſtörung und Neugeſtaltung iſt ja eben das Leben. Dabei nützen ſich freilich unſre Organe ab und werden zuletzt ſo unbrauchbar, daß der Tod erfolgen muß. Wäre der Sauerſtoff in geringerer Quantität, etwa in homöopathiſcher Doſis, der Luft beigemengt, ſo würde die Abnutzung langſamer erfolgen, und wir könnten auch wohl noch Methuſalems Alter erreichen. Aber es wäre dann auch nicht dieſe rege Umwandlung, d. h. es wäre eine geringere Lebensthätigkeit in uns, nicht ein friſches, lebhaftes, kniſterndes Feuer, ſondern ein träges, mühſames Glimmen; und freilich, unſer Organismus müßte überhaupt für ſolche Quantität eingerichtet ſein. So wie wir nur einmal ſind, brauchen wir den Sauerſtoff gerade ſo, wie er jetzt mit Stickſtoff vermengt vorkommt. Aber wir *verbrauchen* ihn auch; mit jedem Athemzuge nehmen wir neben dem Stickſtoff eine Portion Sauerſtoff auf; beim Ausathmen iſt die Menge des Stickſtoffs unverändert, vom Sauerſtoff geht aber etwa ein Fünftel verloren; dafür kommt Kohlenſäure heraus, in der wir nicht leben könnten und aus der erſt durch mancherlei Vorgänge in der Natur der reine Sauerſtoff wieder fabricirt werden muß.

Digitized by Google

Sind nun viele Menschen in einem geschlossenen Raum, wie bald wäre da der Sauerstoff verzehrt, und wie schnell würden sich die bedenklichsten Athembeschwerden einstellen. Aber die Luft findet überall, durch Schlüssellöcher, durch Thür- und Fensterritzen einen Eingang, durch den sie, von dem äußeren Druck getrieben, hineinschlüpft, um sogleich jedes Deficit auszufüllen. Und dabei macht sie eine sehr verständige Sonderung; sie könnte etwa in der ihr eigenthümlichen Mischung von einem Theil Sauerstoff und vier Theilen Stickstoff eindringen; aber dann würde das Zimmer, da nur Sauerstoff, aber nicht Stickstoff verbraucht ist, doch bald mit Stickstoff überfüllt sein, während der Sauerstoff dennoch fehlte. Aber da geschieht eben die Sonderung; was und wie viel fehlt, das wird gegeben, nichts anderes und nicht mehr und nicht weniger. Der Sauerstoff hat nehmlich und der Stickstoff auch jeder für sich seine eigene Spannung, ohne sich um den andern zu kümmern, obgleich sie immer in der engsten Gemeinschaft leben. Wird nun irgendwo der Sauerstoff verbraucht oder verdünnt, so rückt gleich von außen her der Ersatz nur an Sauerstoff nach, so daß überall, innen wie außen, dasselbe Verhältniß bleibt, nehmlich das Verhältniß des Sauerstoffs zum Stickstoff dem Rauminhalte nach wie 1 zu 4, oder genau wie 21 zu 79; also der Sauerstoff immer der fünfte Theil der ganzen Luftmasse. So ist schon durch das Athmen eine fortwährende Bewegung der Luft in der ganzen Natur begründet. Und das Feuer hilft auch dazu. Wenn wir uns im Winter in dem von innen zu heizenden Ofen Feuer machen, so ziehen wir damit zugleich eine ganze Portion kalter Luft in's Zimmer. Denn das Feuer kann ohne den Sauerstoff nicht brennen, den Sauerstoff aus der Stube hat es zum Theil bald verzehrt; so muß denn, so lange

Digitized by Google

das Feuer brennt, die Luft von außen durch die mancherlei kleinen Oeffnungen, die der Tischler wider Willen gelassen hat, hinzuströmen, damit das Feuer seine Nahrung hat. Ohne den Luftdruck müßte das Feuer bald ausgehen. Darum wollen wir ihm dankbar sein, wenn er uns auch sonst Manches verdirbt und uns manche Umstände macht.

Diesen Dank werden wir ihm auch in reichem Maße zollen, wenn wir bedenken, wieviel Arbeit er uns abnimmt und erleichtert. Denken wir nur an die vielfachen Vorrichtungen und Maschinen, bei denen der Luftdruck der Hauptfaktor ist. Er pumpt uns das Wasser aus der Tiefe der Erde, er treibt bei der Spritze den Wasserstrahl in die Höhe, er verrichtet mittelst des Hebers das Ueberfüllen verschiedener Flüssigkeiten aus einem Behältniß in das andre und erweist sich bei unzähligen andern Arbeiten, wo er nicht gerade das Hauptwerk thut, doch als ein hülfreicher Geselle.

Ja er ist es auch, der uns beim Gehen eine außerordentliche Hülfe leistet. Das scheint freilich auf den ersten Blick ganz anders zu sein; wir wissen es ja alle, wie schwer es uns wird, gegen den Wind zu laufen, und der Wind ist doch nichts anderes, als der Luftdruck, der auf der einen Seite stärker geworden ist, als auf der andern. Aber ist auch die Luft ruhig, so müssen wir sie beim Gehen doch immer durchschneiden und ihren entgegenstehenden Druck überwinden; der Luftdruck ist uns dabei also mehr ein Hinderniß als eine Hülfe. Und doch würde uns ohne denselben das Gehen sehr schwer werden, denn wir müßten sonst immer die ganze Last unserer Beine mit den Muskeln heben; eine Arbeit die uns der Luftdruck abnimmt. Unsere Schenkel nehmlich und auch die Arme endigen oben mit Kugelgelenken, welche in halbkugelförmigen Pfannen sitzen.

Digitized by Google

Die Oeffnung der Pfanne ist beim Schenkel natürlich nach unten; setzt man nun das dazu passende Kugelgelenk ein, so hat dies darin keinen Halt und würde herausfallen. Wäre die Pfanne ein größerer Kugeltheil als nur eine Halbkugel, so daß sie das Kugelgelenk mehr als um die Hälfte umfaßte, so hätte letzteres dadurch allerdings einen Halt, aber es könnten dann nicht die Bewegungen nach allen Richtungen hin geschehen. Die Halbkugelform der Pfanne ist daher zur freien Bewegung nothwendig; aber dann müßte das Kugelgelenk mit starken Muskelbändern an den Rumpf befestigt sein, damit es nicht aus der Pfanne herausfiele, und diese Muskelbänder müßten das ganze Gewicht des Beins tragen. Wenn man, auf einem Beine stehend, das andere etwas hebt und senkrecht herunterhängen läßt, so müßten diese Muskelbänder straff angezogen sein, um das Bein zu halten, daß es nicht aus der Pfanne herausfiele; dieses straffe Anspannen der Muskelbänder müßte nun fortwährend stattfinden, da immer abwechselnd das eine und das andere Bein eine kleine Zeit so hängen muß. Dabei würde die Kraft dieser Muskeln bald ermüden; aber der Vorgang ist nicht so, der Luftdruck hilft. Die Muskelbänder sind allerdings vorhanden, aber sie haben nur den Zweck, dem Kugelgelenk die Richtung zu geben, nicht das Bein zu tragen; deshalb sind sie auch, wenn man das Bein etwas gehoben herunterhängen läßt, keineswegs straff angespannt, sondern bleiben schlaff. Das Bein aber wird durch den Luftdruck in die Pfanne hineingedrückt; diese Pfanne nehmlich ist eine ganz glatte Höhle mit einer schlüpfrigen Flüssigkeit, worin das Kugelgelenk luftdicht einsitzt; da in dieser Pfanne keine Luft ist, also von innen kein Gegendruck stattfindet, so hält der äußere Luftdruck das Gelenk in der Pfanne fest, ohne daß die Muskelbänder mit

Digitized by Google

zu tragen hätten. Man hat das an Leichnamen genau nachgewiesen; man hat die Beine herunterhängen lassen und um die Gelenke alle Muskeln und das Kapselgewebe losgelöst, so daß das Bein in der ungeschlossenen Pfanne frei hing; es fiel nicht aus der Pfanne heraus, obgleich es durch nichts Sichtbares daran verhindert wurde. Sobald man aber seitwärts in die Pfanne ein kleines Loch bohrte, durch welches Luft hinein konnte, fiel es sogleich; setzte man das Gelenk wieder ein und verstopfte dann das Loch, so hing das Bein wieder fest, bis man das Loch wieder öffnete.

Wir haben bisher gesehen, wie die Luft vermöge ihres Druckes überall eindringt, wo sie einen noch unerfüllten Raum findet, wie sie dabei Manches thut, was den Menschen wohl unbequem ist, wie sie uns aber gerade dadurch auch die wichtigsten und unentbehrlichsten Dienste leistet. Wir achten nun auf eine andre Wirkung des Luftdrucks. Wo nehmlich die Luft nicht eindringen kann, da stellt sie sich doch oft davor und hält Wache, daß etwas Andres nicht herauskann. Was wir so eben von dem Kugelgelenk des Schenkels in der Pfanne gehört haben, war schon ein Beispiel, das hierzu überleitete. Wenn die Luft, so sahen wir, etwa durch eine Seitenöffnung in die Pfanne eindringen kann, so fällt das Bein heraus; kann sie nicht eindringen, so verhindert der äußere Luftdruck das Herausfallen desselben. Solchen Wachtdienst verrichtet sie mannigfaltig. Man hat etwa eine mit Flüssigkeit gefüllte Flasche mit sehr enger Oeffnung; man will schnell etwas herausgießen, aber der Luftdruck leidet es nicht, er stemmt sich in der Oeffnung gegen die Flüssigkeit, daß nichts herauskann. Man muß dann hübsch sanftmüthig verfahren, nicht so hastig; man muß die Flasche so wenden, daß nur ein

Digitized by Google

wenig Flüſſigkeit auf einmal herauskann und in der Oeffnung noch ein kleiner Kanal frei bleibt, wo die Luft hineinſchlüpfen kann; in dem Maaße, als ſie hineinkann, läßt ſie dann auch die Flüſſigkeit hinaus, anders aber nicht. Das iſt einem, wenn es ſchnell gehen ſoll und man eben noch nicht viel Geduld gelernt hat, wohl ſehr unangenehm; aber zuletzt weiß der Menſch auch dem Unangenehmen noch eine vortheilhafte Seite abzugewinnen; er benutzt dieſen Umſtand zu einem ſehr nützlichen Inſtrument, um Flüſſigkeiten, Spiritus, Wein und dgl. leicht aus einem Faß herauszuheben, dem ſogenannten Stechheber', deſſen Einrichtung ja bekannt genug iſt und der in vielfachen Abänderungen ſo mannigfach angewendet wird.

Aber keineswegs blos bei kleinen Oeffnungen verſieht die Luft den Dienſt eines Wachtpoſtens; ſie verhindert auch in ganz offenen Gefäßen theilweiſe wenigſtens den freien Austritt der Flüſſigkeiten und iſt in dieſer Weiſe ſelbſt bei großen Waſſerflächen in Seen und Meeren fortwährend beſchäftigt. Das Waſſer, wie auch andere Flüſſigkeiten, hat nehmlich an ſeiner Oberfläche immer das Beſtreben, in die weite Welt zu entfliehen, nehmlich ſich in luftförmigen Waſſerdunſt aufzulöſen und in den Himmelsraum aufzuſteigen. Man nennt dieſen Vorgang die Verdunſtung, und in einem ſpäteren Vortrage werden wir noch ausführlicher davon reden. Dieſe Verdunſtung findet auch wirklich fortwährend ſtatt, aber ſie würde ungemein ſchneller erfolgen, wenn das Waſſer nicht vom Luftdruck im Zaum gehalten würde; die Waſſertheilchen werden an der Oberfläche, wo ſie entfliehen wollen, durch den Druck der Luft zuſammengehalten, ſo daß ſie nur langſam und in geringer Zahl entſchlüpfen können. Wenn die Luft mit ihrem Druck nachläßt, z. B. wenn ſie unter der Glocke der Luftpumpe

Digitized by Google

verdünnt wird, so machen sich das die Wassertheilchen, die nun freier aufathmen können, sogleich zu nutze und eilen in großer Menge schnell davon. Welch' ein schnelles Verdunsten würde nun stattfinden, wenn gar kein Luftdruck da wäre; wie bald würden kleine Mengen von Flüssigkeiten ganz verschwinden, daß man nicht wüßte, wo sie geblieben wären! Freilich, wenn es geregnet hat und die Straßen naß sind, und man möchte gern trocknen Fußes spazieren gehen, so brauchte man nicht so lange zu warten, bis man wieder trockenes Straßenpflaster hat; aber Deine Blumentöpfe am Fenster müßtest Du doch viel öfter begießen, denn die Erde darin würde immer sehr schnell trocken werden.

Und mit dem Fleisch zum Mittagessen hätte man auch mehr Umstände, um es weich und gar zu bekommen; in der gewöhnlichen Weise, wie man es kocht, ginge es ohne Luftdruck wohl gar nicht. Und zwar darum nicht, weil das Wasser, worin man es gar kochen will, dann zu schnell in's Kochen kommen würde. Das scheint doch nun ein ganz absurder Widerspruch zu sein; Du meinst: je schneller zum Kochen, desto besser, desto eher wird das Fleisch gar. Aber weit gefehlt! Du könntest dann vielleicht Tage lang kochen und bekämst es doch nicht weich.

Die Sache ist sehr einfach; das Fleisch braucht zum Garwerden eine gewisse Wärmemenge; beim gewöhnlichen Luftdruck fängt das Wasser an zu kochen, wenn es 80 Grad Réaumur Wärme hat; diese Wärme empfängt also auch das Fleisch, das in dem Wasser ist. Läßt man nun den Fleischtopf offen und kocht fort, so bleibt immer dieselbe Temperatur von 80 Grad, nicht im geringsten mehr, wenn man auch ein wahres Höllenfeuer darunter macht. Denn bei 80 Grad geht das Wasser in Dunst über, dieser ent-

Digitized by Google

flieht und nimmt alle überflüssige Wärme mit fort. Aber diese Wärme ist auch hinreichend, um das Fleisch gar zu machen. Anders aber wäre es, wenn der Luftdruck fehlte; wenn dann das Wasser nicht mehr den Druck des gewaltigen Tyrannen, der es zusammenhält, über sich fühlt, so gewinnt es schon bei weit geringerer Wärme so viel Begeisterung und Flugkraft, daß es in seiner ganzen Masse anfängt, sich in Dunst aufzulösen, Blasen zu werfen und in dichten Dampfströmen in die Weite zu fliehen. Es kocht und brauset und siedet und zischt dann schon bei 30, bei 20, bei 10 Grad und bei noch geringerer Wärme. Man kann das Experiment mit einer Luftpumpe leicht machen. Eine höhere Temperatur kann es dann nicht annehmen, und das Fleisch, das darinnen liegt, auch nicht. Diese Wärme macht das Fleisch aber nicht gar. So leistet uns der Luftdruck beim Kochen sehr wesentliche Dienste.

Nun sollte man meinen, wenn der Luftdruck noch stärker wäre, so müßte das Kochen noch besser von Statten gehen. Allerdings ist es auch so in vielen Fällen, doch nicht in allen. Wo es gilt, etwas recht Hartes weich zu kochen, wo also eine große Wärme nöthig ist, da ist ein stärkerer Druck immer vortheilhaft; denn je mehr das Wasser unter Druck gehalten wird, desto mehr Wärme muß es erst in sich aufnehmen, ehe es zum Kochen kommt und damit seinen unter diesen Umständen höchsten Wärmegrad erreicht. Und solchen höhern Druck kann man allerdings hervorbringen, wenn man die beim Kochen entstehenden Dämpfe nicht fort läßt, sondern mit in Dienst stellt; sie sind die Reservetruppen, die herangezogen werden müssen, wenn es sich um große Wirkung handelt. Man muß also den Topf mit einem gut passenden Deckel verschließen, daß die Dämpfe nicht herauskönnen, wenigstens zum Theil

Digitized by Google

nicht. Sie üben nun auch ihrerseits einen Druck auf das Wasser und machen also mit dem Luftdruck ein Compagniegeschäft mit verstärkten Fonds. Die Folge davon ist, daß unter diesem verstärkten Druck das Wasser aufhört zu kochen, bis es erst so viel Wärme aufgenommen hat, um nun auch den stärkeren Feind überwinden zu können. So kann man bei gutem Verschluß dem Wasser immer höhere Temperatur geben, was im offnen Gefäße nicht möglich ist. Wenn nur das Gefäß den gewaltigen Druck der Dämpfe aushält! Für einen freien Abzug, wenn sie zu mächtig werden, muß man freilich sorgen. — Wenn man etwa Knochen weich kochen will, so muß man freilich solchen verstärkten Druck zu Hülfe nehmen. — Man sieht aber hieraus, daß man auch, wo der Luftdruck an sich schon geringer ist, wie auf hohen Bergen, dennoch durch Verschluß der Töpfe dem Wasser die nöthige Wärme geben kann.

Aber in vielen Fällen wäre ein größerer Druck beim Kochen eine ganz unnütze Quälerei, oft sogar sehr nachtheilig. Wenn die gewöhnliche Wärme des kochenden Wassers zur guten und schnellen Bereitung der Speisen hinreicht, wozu soll man da künstlicher Weise durch vermehrten Druck eine größere Wärme hervorbringen und noch dazu unnütz das theure Holz verbrennen! Die Speisen möchten dabei leicht zu weich werden oder gar anbrennen. Und für die meisten und gewöhnlichen Fälle ist die Wärme von 80 Grad gerade die richtige. Es ist eben in der Natur Alles so eingerichtet, daß die Zustände und Verhältnisse für den gewöhnlichen Verlauf gerade zu einander passen, und daß nur für besondere Fälle der Mensch Hülfsmittel hinzunehmen muß, die ihm freilich die Natur ebenfalls bietet.

Digitized by Google

Zu diesen besonderen Fällen gehören auch diejenigen, bei welchen der Luftdruck oder die dadurch hervorgebrachte Wärme beim Kochen zu groß ist. Da müssen dann anderweitige Vorrichtungen den Druck mindern. So geschieht es z. B. bei der Fabrikation des Rübenzuckers. Es kommt darauf an, aus dem zuckerhaltigen Rübensaft die Wassertheile schnell verdampfen zu lassen, damit man den Zucker zurückbehält. Geschieht dies unter gewöhnlichem Luftdruck, so muß der Saft eine Wärme von 80 Grad erhalten, damit die Wassertheile in's Sieden kommen und als Dampf von den Zuckertheilen Abschied nehmen, mit denen sie bisher in so inniger Verbindung ihren Lebensgang auf dem Felde bis in die Fabrik hinein gemacht hatten. Der Zuckersaft aber, von seinem leichteren und flüchtigeren Freunde verlassen, kann dann in seinem zäheren Zustande der Macht des Feuers nicht so leicht mehr widerstehen und geräth in Gefahr, anzubrennen. Davor muß er geschützt werden; man muß sehen, mit guter Manier die Wassertheile dahin zu bringen, daß sie sich schon bei einer Temperatur verabschieden, die dem verlassenen Bruder nicht nachtheilig wird. Da nimmt man denn als Vermittlerin die Luftpumpe zu Hülfe. Der Saft wird in einem verschlossenen Gefäße gekocht, an welchem eine große Luftpumpe so angebracht ist, daß sie über dem Saft sowohl den Druck der Luft als die entstehenden Wasserdämpfe sogleich zum großen Theil fortnimmt. Dabei erreicht der Saft keine höhere Temperatur als etwa 40 Grad und ist so vor dem Anbrennen gesichert, während die Wassertheile schnell fortgeführt werden.

So muß sich der Luftdruck gefallen lassen, abgesperrt zu werden, wo er schädlich wirkt, während er sonst beim Kochen ein hülfreicher Geselle ist.

Digitized by Google

Wir haben bisher von den Wirkungen gesprochen, die eine Folge des Luftdrucks sind, ohne sonderlich auf die verschiedene Stärke des Luftdrucks in den verschiedenen Höheschichten Rücksicht zu nehmen. Der Luftdruck aber ist, wie wir schon im ersten Vortrage sahen, in den verschiedenen Höheschichten auch ein sehr verschiedener, und in Folge davon ist auch die Dichte der Luft sehr verschieden. Diese verschiedene Dichte übt nun mannigfachen Einfluß auch auf andere Verhältnisse aus, namentlich auf die Verhältnisse des Schalles, der Wärme und des Lichtes.

Wir achten zunächst auf die Schallverhältnisse. Für diese ist ja die Luft das eigentliche Fortpflanzungsmittel; für die Lichtstrahlen oder die Lichtschwingung ist die Luft, wie wir nachher sehen werden, eigentlich nur ein Hinderniß, das uns jedoch mannigfach zu Gute kommt; sonst bedarf das Licht der Luft nicht, in einem luftleeren Raum geschieht die Fortpflanzung desselben um so ungehinderter. Aber ein Schall kann sich in einem luftleeren Raum nicht fortpflanzen, er muß darin sterben so gut wie der Mensch. Er ist ja eben das Resultat der Schwingungen irgend eines Körpers, welche erst die Luft und durch diese dann auch das Trommelfell unseres Ohres in ähnliche Schwingungen bringen. Doch kann er seine Schwingungen auch sehr gut in festen und flüssigen Körpern fortpflanzen. Da er auf diesem Wege aber sehr viele Unterbrechungen erleiden würde, so bleibt die Luft immer sein Hauptelement. Daß dabei der Druck oder die Dichte der Luft eine Hauptrolle mitspielen, versteht sich wohl von selbst. Zunächst ist ja klar, daß von der größern oder geringeren Dichte der Luft die Stärke des Schalles abhängen muß. Die Geschwindigkeit und die Ausdehnung der Tonschwingung, durch welche die Höhe oder Tiefe des

Digitized by Google

Tones bewirkt wird, wird dadurch nicht behindert; aber das ist einleuchtend, daß unser Trommelfell zwar nicht in schnellere aber in stärkere Bewegung kommen muß, wenn die Schwingungen einer dichten Luft, als wenn die einer dünnern an dasselbe anstoßen. Daher ist die Stärke eines Schalles in niedern und in höhern Luftschichten so sehr verschieden. Ein Pistolenschuß auf hohen Bergen giebt einen viel schwächeren Knall als unten; Luftschiffer müssen, wenn sie eine große Höhe erreicht haben, sehr stark sprechen, wenn sie sich einander verständlich machen wollen, weil die dünnere Luft nur eine geringe Bewegung des Trommelfells verursacht.

So ist es auch klar, daß die geräuschvollsten Explosionen, die hier auf der Erde stattfänden, über unsere Atmosphäre hinaus nicht mehr gehört werden könnten, und daß ebenso der gewaltigste Schall von andern Himmelskörpern nimmermehr zu uns zu bringen vermöchte, weil dazwischen die zur Fortpflanzung des Schalls nöthige Luft fehlt. Wir sehen sie, aber nimmer können wir etwas von ihnen hören, und wären sie uns auch noch hundert Mal näher als der Mond. Die Lichtschwingungen gehen durch den ganzen Weltraum hin und sind eilende Boten von einem Weltkörper zum andern; aber die Schallschwingungen haben über den Weltkörper, dem sie angehören, hinaus keine Bestellung zu machen. Sie sind blos die Hausdomestiken, während die Lichtschwingungen den Courierdienst zwischen den Welthöfen besorgen.

Auch jede Aenderung in dem Druck der Luft macht sich für die Stärke des Schalles sehr bemerklich; so kann man im Winter, überhaupt in der Kälte, weil dann die Luft dichter ist, einen Schall bedeutend weiter hören, als in der warmen Jahreszeit. So pflanzt sich auch in der Nacht

Digitized by Google

ein Schall stärker fort, als am Tage, auch abgesehen von der sonstigen nächtlichen Stille; die Hauptursache ist die größere Gleichmäßigkeit in der Dichte der Luft, die zur Nacht mehr statt findet, als am Tage. Bei Tage nehmlich wird die Luft überall, wo die Sonnenstrahlen sie unmittelbar treffen, mehr erwärmt und verdünnt, als an schattigen Stellen. So findet dann in der Luft ein großer Wechsel von dichten und dünneren Luftschichten statt, und der Schall muß diese wechselnden Stationen passiren. Dieser Wechsel aber gerade ist es, den er nicht vertragen kann und wodurch er abgemattet wird; er macht seine Wanderung am besten, wenn er immer in einem gleich dichten Mittel bleiben kann. Beim Uebergange aus einem dünnen in ein dichteres Mittel oder umgekehrt wird ein Theil zurückgeworfen und nur ein schwächerer Theil setzt die Reise fort; geschieht dieser Uebergang häufig, so ist er bald ganz entkräftet. (Darum wird ein Schall auch weit eher geschwächt, wenn er seinen Weg durch zwei Thüren, als wenn er ihn nur durch eine zu nehmen hat, wäre diese eine auch viel dicker als jene beiden zusammen.)

Dabei macht es aber wieder noch einen Unterschied, ob der Schall aus dichter in dünnere Luft eintritt, oder umgekehrt. Ist das erstere der Fall, so geht nicht soviel durch Zurückwerfung verloren; muß aber der Schall aus dünner Luft in dichtere eintreten, so wird von der dichteren Luft ein großer Theil zurückgeworfen und nur ein schwacher Theil pflanzt sich in der dichtern Luft fort. Darum kann man es viel besser hören, wenn Jemand von unten zu uns hinauf ruft, als wenn er von oben (aus der dünnern Luft) zu uns hinab (in die dichtere Luft) ruft; und auf Bergen hört man besser ein Geräusch, das unten im Thal

Digitized by Google

ist, als umgekehrt unten im Thal einen Schall, der von der Höhe des Berges herkommt.

Wir richten nun ferner unsere Aufmerksamkeit auf den Einfluß, den die verschiedene Dichte der Luft auf die Wärmeverhältnisse der Erde ausübt. Daß es auf den Bergen kälter ist als in den Thälern, ist eine allbekannte Sache; aber der Grund dieser Erscheinung ist keineswegs ebenso allgemein bekannt. Die meisten Menschen sind eben nicht gewohnt, den Gründen viel nachzuforschen. Sie wissen, wenn sie eine Gebirgsreise machen und hohe Berge ersteigen, so müssen sie einen Ueberzieher oder ein gutes Umschlagetuch mitnehmen, damit sie sich oben nicht erkälten. Denn dort oben ist es kalt; es ist so, das Warum kümmert sie nicht. Es ruht vielleicht eine dunkle Vorstellung darüber in ihrer Seele; und wenn man sie fragte, würden sie etwa antworten: Nun, hier unten ist man durch die umliegenden Gegenstände mehr geschützt, oben aber ist Alles frei, man ist dem Winde von allen Seiten ausgesetzt; dagegen muß man sich verwahren!

So schreibt man einem Nebenumstande, der in vielen Fällen wohl zur Ermäßigung der Temperatur etwas mitwirken kann, die Hauptaction zu. Aber wenn man nun höher hinaufkommt, auf Gebirge, deren Gipfel hoch über die Wolken hinausragen; wenn man sieht, daß es dort der Natur so an der Lebenswärme fehlt, daß sie kein Getraide mehr zur Reife bringen kann, daß kein Baum mehr sein Haupt kühn erheben und seine Arme in die Luft hinausstrecken kann, sondern daß er als dürftiges Knieholz mit seinen Zweigen an der Erde entlang kriechen muß, um am Busen der Mutter die zum Leben nöthige Wärme zu empfangen, die er in der Luft nicht finden kann; wenn man noch höher hinauf sich auch vom geringsten

Digitized by Google

Graswuchs und vom dürftigsten Moose verlassen sieht, wenn der Fuß nur über ewigen Schnee und über zerklüftete Eisfelder dahinschreitet: wie, ist das Alles auch nur eine Folge davon, daß es dort oben freier ist und der Wind ungehindert dahin wehen kann? Man erkennt leicht das Ungereimte solcher Ansicht!

Die Hauptwärmequelle für die Erde ist die Sonne; die Sonnenstrahlen müssen aber einen Gegenstand finden, der die Wärme in sich aufnehmen kann; durch den leeren Weltraum gehen sie hindurch, ohne ihn zu erwärmen. Hätte unsre Erde keine Luftatmosphäre, oder wäre die Luft vollständig durchlassend für die Wärme, so daß sie keine Wärme absorbiren, verschlucken, in sich aufnehmen könnte, so wäre Alles auf der Erde vor Kälte erstarrt. Die Erde selbst würde zwar durch die Sonnenstrahlen erwärmt, aber nicht der Raum um sie her; und da auch die zur Nachtzeit von der Erde wieder ausstrahlende Wärme unmittelbar über der Oberfläche der Erde keinen Gegenstand fände, daran sie haften könnte, so strömte auch diese gleich wieder in den kalten Weltraum hinaus, und die ganze Erde wäre von einem kalten Raum umhüllt, in welchem kein Pflanzenleben gedeihen könnte. Die Atmosphäre ist also zugleich eine Wärmehülle, ein warmer Mantel, den sich die Mutter Erde umgehängt hat.

In dieser Beziehung thut sie zweierlei Dienst; zunächst nimmt sie von den Wärmestrahlen, welche die Sonne durch sie hinsendet, einen Theil der Wärme in sich auf, nicht alle, denn sie will der festen Oberfläche der Erde auch ein gut Theil zukommen lassen; sie begnügt sich, wenn man sich die ganze durchstrahlende Wärme in 10 Theile zerlegt denkt, mit drei solcher Zehntel. Die andern sieben Zehntel gelangen bis zur Erde und erwärmen diese. Indem die Erde

Digitized by Google

nun, sobald die Sonne sich senkt oder ganz untergeht, die empfangene Wärme zum Theil wieder ausstrahlt, beginnt der zweite Dienst der atmosphärischen Hülle; sie nimmt einen großen Theil dieser Wärme in sich auf, daß sie nicht in den Weltraum entfliehen kann, sondern den Kindern der Erde wieder zu Gute kommt. Und zwar absorbirt sie von dieser Wärme einen verhältnißmäßig größern Theil, als von den Sonnenstrahlen, die zuerst den Weg durch sie nahmen; denn sie hat für die Wärme, die aus einem dunklen Körper, wie die Erde, ausstrahlt, mehr Anziehungsvermögen, als für die Wärmestrahlen der leuchtenden Sonne. Sie gleicht darin den verschämten Armen, die auch lieber im Verborgenen nehmen, als bei hellem Tage. Aber was sie empfängt, verwendet sie wieder zum Segen der Erde; ja sie giebt es ihr oft sogar unmittelbar wieder zurück; denn sobald die Erde kälter wird als sie, strahlt sie die Wärme von den untern Schichten wieder zur Erde hin. Das ist ein gegenseitiges Nehmen und Geben, ein Borgen und Wiederzurückerstatten, wie es gerade einem Jeden noth thut. Doch ein Theil wird auch anderswohin verausgabt; die untern Schichten strahlen die Wärme, die sie von der Erde aufgenommen haben, nicht blos nach unten, sondern auch nach oben hin zu den andern Luftschichten, und die obersten derselben strahlen dann einen kleinen Rest noch in den Weltraum hinaus, wo er für die Erde verloren geht. Wie gering es auch sein mag, es würde zuletzt doch ein bedeutendes Deficit für die Erde daraus werden, wenn nicht täglich die Sonne wieder neuen Zuschuß brächte, so daß beim Rechnungsabschluß immer Ausgabe und Einnahme einander Balance halten. *)

*) Es bleibt immer das Gleichgewicht zwischen beiden, denn die

Es iſt alſo die Luft, welche die Wärme in ſich aufnimmt, ſowohl die unmittelbar von der Sonne kommende, als auch die von der Erde zurückſtrahlende Wärme. Die Luft hat nun überall gleiches Abſorbtionsvermögen für die Wärme, d. h. ein jedes Pfund Luft nimmt beim Durchgehen der Wärmeſtrahlen eine gleiche Portion Wärme in ſich auf; die Luft in der obern ſo viel wie die Luft in den unteren Schichten. Aber in den obern Schichten iſt die Luft dünner, ein Pfund nimmt darin einen größeren Raum ein, als unten; die darin enthaltene Wärme iſt alſo auf einen größern Raum vertheilt. So gewiß nun ein großer Saal, in welchen nur dieſelbe Wärmeportion gebracht wird, wie in ein kleines Zimmer, kälter iſt als letzteres, ſo gewiß und in derſelben Folgerung iſt es in den obern Schichten der Atmoſphäre kälter als in den unteren. Wenn man ein Pfund der obern Luft ſo zuſammenpreßt, daß es einen eben ſo kleinen Raum einnimmt, als ein Pfund der untern, ſo hat ſie dieſelbe Wärme als letztere; wir haben ſchon im vorigen Vortrage geſehen, daß man ſie ſo zuſammenpreſſen kann, daß ſich Feuerſchwamm darin entzündet. Ebenſo muß ſie aber auch kälter werden, je mehr ſie ſich ausdehnt oder je dünner ſie wird. Darum wird es kälter, je höher man kommt.

Der Vortrag über die Luftſchifffahrt wird uns von der großen Kälte in den höhern Regionen manches traurige Beiſpiel erzählen.

Auf Bergen iſt es indeſſen nicht ſo kalt, als wenn man in gleicher Höhe frei im Luftballon ſchwebt. Der Berg ſelber nimmt ja einen großen Theil Wärme von den

---

Erde nimmt nicht mehr Wärme von der Sonne auf, als ſie ausſtrahlt. Sie hat ſchon ſeit Jahrtauſenden dieſen Gleichgewichtszuſtand erreicht.

Digitized by Google

Sonnenſtrahlen auf und erwärmt damit auch, theils durch Berührung, theils durch Ausſtrahlung die ihn umgebende Luft.

Ueberhaupt aber iſt es in den oberen Schichten nicht ganz ſo kalt, als es im Verhältniß der Luftverdünnung ſein müßte. Es findet auch hier wie im Menſchenleben doch einige Ausgleichung ſtatt. Die höheren Schichten der Geſellſchaft können ſich auch nicht ſo ganz gegen die andern abſperren, daß nicht von unten her ſo manche Elemente in ſie eindrängen, und das gewiß zu ihrem Segen; es kommt wohl manche regenerirende Kraft und manche Wärme der Begeiſterung mit hinauf. Auch in der Atmoſphäre dringt außer der ſchon genannten Ausſtrahlung noch andre Wärme nach oben. Die unten erwärmten Luftſchichten ſteigen auf und bringen Wärme mit. Die Wolkendecke wirkt ähnlich, wie die Decke eines Zimmers, ſie hält die Wärme etwas auf und hindert theilweiſe die Ausſtrahlung nach den noch höhern Schichten. Aber auch ganz heimlich als Contrebande wird nicht unbedeutende Wärme nach oben hin ſpedirt. Dieſe Schleichhändler ſind die Waſſerdünſte, die ſich von unten erheben; um ſich in gasförmigem Zuſtande zu erhalten, brauchen ſie ſehr viel Wärme, die man ihnen aber gar nicht anmerkt; die Wärme hat ſich verſteckt, wie die Franzoſen ſagen und wie es die Schmuggler mit ihrer Contrebande auch thun. Die deutſchen Phyſiker ſagen, ſie ſei gebunden. Wenn dieſe Dünſte nun in den oberen kälteren Regionen zu Waſſer werden und Wolken bilden oder als Regen niederfallen, ſo laſſen ſie die Wärme frei, und dieſe giebt dann ihren Beitrag zur Erwärmung der oberen Schichten.

Außerdem geſtattet auch die reinere Luft auf den Bergen ein kräftigeres Eindringen der Sonnenſtrahlen, ſo daß im

Digitized by Google

Sonnenschein die Gegenstände oben verhältnißmäßig mehr erwärmt werden, als unten in der unreinen Luft. So kommen mancherlei Umstände zusammen, um die großen Unterschiede wenigstens etwas auszugleichen und weniger fühlbar zu machen. Es geht aber durch die ganze Natur ein solcher heilsamer Drang nach Ausgleichung; und auch im Menschenleben fangen an die künstlichen Schranken, die eine frühere Zeit gegen eine solche Ausgleichung aufgestellt hat, allmählig zu fallen.

Der folgende Vortrag wird uns das Weitere vor Augen führen, was in Beziehung auf den Einfluß des Druckes und der verschiedenen Dichte der Luft noch zu beachten ist.

Digitized by Google

Dritter Vortrag.

Fortsetzung des Vorigen. Wirkungen des Druckes und der verschiedenen Dichte der Luft.

Wir haben in dem vorigen Vortrage mancherlei Gebiete durchwandert, auf denen sich der Luftdruck und die verschiedene Dichte der Luft von großem Einfluß zeigte. Indem wir diese Wanderung fortsetzen, ziehen zunächst die Lichtverhältnisse der Atmosphäre unsere Aufmerksamkeit auf sich. Auch hier zeigt sich jener Einfluß als ein bedeutender.

Wie für Wärme, so ist die Luft auch für die Lichtstrahlen nicht ganz durchlassend, nicht vollständig durchsichtig; beim Durchgehen der Lichtstrahlen durch die Atmosphäre werden auch etwa drei Zehntel zurückgehalten. Und dies ist noch der günstigste Fall, wenn nehmlich das Licht senkrecht durch die Atmosphäre zur Erde kommt, wie z. B. von Sternen, die im Scheitelpunkt (Zenith) stehen. Kommt das Licht schräg von tiefen, mehr nach dem Horizont hin befindlichen Lichtquellen, wobei es einen längern Weg durch die untern dichtern Luftschichten nehmen muß, so ist der Lichtverlust viel bedeutender, selbst ein doppelter und dreifacher. Ein Stern glänzt demnach desto heller, je höher er am Himmel aufsteigt. Und wiederum heller erscheint er, wenn man man ihn von einem hohen Berge aus sieht. Denn in

Digitized by Google

diesem Fall gehen die Lichtstrahlen nur durch die obere dünnere Luft; ist der Berg etwa 16,000 Fuß hoch, so hat man nur noch die Hälfte der ganzen Luftmasse über sich. Aber nicht blos nach oben, sondern auch nach anderen Richtungen hin ist in größeren Höhen die Luft durchsichtiger, weil sie dünner ist; man kann daher die Gegenstände in größerer Entfernung und klarer sehen. Doch ändert sich auch an einem und demselben Orte die Durchsichtigkeit der Luft durch mancherlei andre Umstände, die wir hier nicht zu berücksichtigen haben und deren Wirkung zum Theil auch noch nicht ganz erforscht ist.

Diese theilweise Absorption der Lichtstrahlen durch die Luft ist nun für unsre irdischen Lichtverhältnisse eben so günstig, wie die Wärmeabsorption für die Temperaturverhältnisse.

Eine Folge dieser Lichtabsorption ist ja die, daß jedes Lufttheilchen, welches das Licht aufhält, nun auch das Licht nach allen Seiten hin zurückwirft und verbreitet. So wird, wenn die Sonne durch die Atmosphäre scheint, das darin aufgehaltene Licht von einem Lufttheilchen zum andern verbreitet, so daß das ganze Himmelsgewölbe hell erscheint, und diese Helligkeit nun auch von allen Seiten her auf die Oberfläche der Erde fortgepflanzt wird. Denkt man sich eine schwarze Wand und vor derselben ein Licht stehend, sonst aber keinen anderen Gegenstand umher, so wird man (natürlich im Finstern) aus einiger Entfernung nichts als den einen Lichtpunkt sehen, rings umher Alles schwarz. Stellt man nun in einigem Abstande vor dem Licht eine große Tafel von matt geschliffenem Glase hin, oder von Milchglas, wie man es zu den Lampenglocken verwendet, so wird die ganze Tafel erleuchtet erscheinen, weil das in ihr beim Durchgange der Strahlen zurückgehaltene Licht

Digitized by Google

von jedem Theilchen der Glastafel reflectirt und weiter verbreitet wird. Die Glastafel bildet gleichsam einen Lichtvorhang oder Lichtschirm, durch den man zwar den Lichtpunkt selbst weniger hell sieht, die Helligkeit aber eine große Verbreitung findet. Eine ganz durchsichtige Glasscheibe würde solche Wirkung nicht haben. Einen solchen Lichtvorhang bildet nun die Atmosphäre; ohne die lichtabsorbirende Eigenschaft derselben würde das ganze Himmelsgewölbe schwarz erscheinen und auf demselben nur als einzelne leuchtende Punkte die Sonne und die Sterne. Eine Tageshelle gäbe es dann nicht, d. h. man würde am Tage wohl im Lichte wandeln überall, wo man von den Sonnenstrahlen unmittelbar getroffen würde, aber nicht, wo durch irgend einen Gegenstand, durch einen Berg oder Baum oder eine Stubenwand das directe Sonnenlicht abgehalten würde, denn dort wäre überall der tiefste, durch nichts erhellte Schatten. In unsern Stuben wäre es nur dann und in so weit hell, als die Sonne direct hineinstrahlt. Durch den Lichtvorhang der Atmosphäre aber wird das Licht so nach allen Seiten hin verbreitet, daß es auch von allen Seiten her zu uns dringen kann, als wäre das ganze Himmelsgewölbe selbst die Lichtquelle. Und da die Atmosphäre die ganze Erde umhüllt, für unsern Standpunkt also nicht blos über uns, sondern gleichsam eine nach allen Seiten hin uns ringsum einschließende Wand bildet, so wirft sie uns auch ringsum das Licht zu und erleuchtet uns selbst und alle Gegenstände von allen Seiten. Ohne diese Lichtatmosphäre würden alle Gegenstände auch im hellsten Sonnenschein nur auf der einen Seite hell, auf der andern schwarz erscheinen.

Denken wir uns in finstrer Nacht auf ebenem freien Felde ein Feuer oder eine sehr stark leuchtende Lampe.

Digitized by Google

Man sieht in einiger Entfernung nichts als die leuchtende Kugel der Lampe, sonst Alles schwarz und finster. Denn so stark ist das Licht der Lampe nicht, daß sie in der umgebenden Luft eine merkliche Lichtverbreitung hervorbringen könnte; die Wirkung der Luft ist für dies Lichtverhältniß so gut wie gar nicht vorhanden. Nun sitzen um die Lampe herum einige Männer; so weit sie von der Lampe direct beschienen werden, werden sie uns sichtbar, alles Andre bleibt finster. Jetzt aber wird eine große Zeltwand um die Gruppe herum aufgestellt, und nur etwa eine Oeffnung für uns gelassen, durch die wir hineinschauen können; und siehe, mit einemmal ist der ganze innere Raum hell erleuchtet, die Personen sind von allen Seiten im hellem Lichte. Woher die Verwandlung? Die Zeltwand fängt das Licht der Lampe auf und wirft es wieder zurück und verbreitet es nach allen Seiten hin. Diesen Dienst der Zeltwand leistet uns Erdenbewohnern die Atmosphäre.

Aber auch hierin macht die verschiedene Dichte der Luft einen Unterschied; auf hohen Bergen, wo die Luft dünner ist, ist auch der atmosphärische Lichtvorhang dünner, es wird nicht so viel Licht allerwärts verbreitet, die Tageshelle ist daher dort schwächer, während das unmittelbare Licht der Sonne heller ist. In den Stuben, wohin nicht direct die Sonne scheint, ist es daher dort weniger hell als unten.

Auch für die Farbe des Himmels ist die verschiedene Dichte der Luft von großem Einfluß. Bekanntlich hat sich die Natur beim Anstrich des Himmels unsere preußische Militairfarbe zum Muster genommen, nur daß sie zu Zeiten und in manchen Gegenden schon etwas verschossen ist. In andern trifft man sie noch ganz ächt an. Die blaue Färbung ist der Luft ganz eigenthümlich, d. h. sie hat wie alle

Digitized by Google

blauen Gegenstände die Eigenschaft, besonders die blauen Strahlen des Sonnenlichts zu reflectiren. Die einzelnen Lufttheilchen haben diese Färbung nur schwach, so daß man sie nicht erkennen kann; nur in Masse tritt sie recht intensiv hervor. Es ist wie mit einem ganz schwach gefärbten blauen Flor; an einem einfachen Stücke sieht man die Farbe kaum; legt man aber recht viele Stücke übereinander, so tritt die Farbe immer stärker hervor. Demnach muß an tief gelegenen Orten, wo man die ganze Höhe des Luftmeers über sich hat, die blaue Farbe des Himmels am stärksten sein. So ist es auch allerdings bei ganz reinem klaren Himmel; dessen erfreuen sich aber meist nur die wärmeren Länder, besonders Italien und Persien, deren tief blauer Himmel von allen Reisenden gerühmt wird. Durch die in der Luft schwebenden Wasserbläschen, besonders wenn sie nahe daran sind, in Wasser überzugehen, wird die blaue Farbe mehr in Grau verwandelt. Deshalb erscheint die blaue Farbe oben am Himmelsgewölbe immer klarer, als nach dem Horizonte zu, wo das Licht seinen Weg durch mehr Wasserdämpfe nehmen muß; und darum erscheint bei uns der Himmel im Sommer mehr blau gefärbt, als im Winter, weil in der kalten Luft das darin enthaltene Wassergas mehr in Wasser übergeht. Darum eben haben auch die wärmeren Länder einen reineren blauen Himmel als die kalten. Steigt man auf hohe Berge, so hat man immer weniger Luft über sich; die blaue Farbe muß daher immer mehr verschwinden. Weil aber dort weniger Wassertheile in der Luft sind, so geht die blaue Farbe nicht in Grau, sondern in Schwarz über. Man sieht durch die dünne Luft in den dunklen Weltraum hinein und hat einen bläulich schwarzen Himmel über sich.

Aber noch auf ein anderes Lichtverhältniß hat die Ver-

Digitized by Google

schiedenheit in der Dichte der Luft einen Einfluß, den man jedoch nur bei genauen Beobachtungen wahrnimmt, nehmlich auf die Brechung oder Ablenkung der Lichtstrahlen.

Es ist bekannt, daß ein Lichtstrahl, der aus einem dünneren Mittel schräg in ein dichteres, z. B. aus Luft in Wasser oder umgekehrt tritt, von seiner ursprünglichen Bahn abgelenkt wird. So erscheint ein Stab, der theilweise schräg im Wasser steht, gebrochen, weil die Lichtstrahlen, die von dem im Wasser befindlichen Theile kommen, wenn sie aus dem Wasser zu uns in die Luft treten, abgelenkt werden. So ist auch der Lichtstrahl, der von einem Gestirn aus dem freien Weltraum in unsere Atmosphäre tritt, genöthigt, seine Reiseroute zu ändern, und zwar so, daß er nicht blos einmal beim Eintritt in unsre irdischen Verhältnisse halb rechts oder halb links abmarschirt, nein, welche Richtung er auch einschlägt, er wird immer wieder in eine andere Richtung hineingedrängt, d. h. er muß hier gleich lernen, krumme Wege zu wandeln, wie es ja leider bei so vielen Erdbewohnern Sitte ist. Diese zwingende Macht, die ihn von seinem rechtschaffenen geraden Wege abdrängt, ist die Atmosphäre mit ihrer verschiedenen Dichte. Die Luft wird von der Grenze der Atmosphäre bis zur festen Erdoberfläche fortwährend dichter, so muß der Strahl auf seiner ganzen irdischen Laufbahn unaufhörlich aus einem dünnern in ein dichteres Mittel treten; er wird also ununterbrochen oder stetig von seiner Bahn abgelenkt, und das giebt bekanntlich eine krumme Linie. Wenn nun der letzte Theil dieser Linie unser Auge trifft, so meinen wir natürlich, der Stern stehe in der Richtung, in welcher der Strahl in unser Auge eintritt; wir sehen ihn ja in dieser Richtung. Aber weit gefehlt! der Bote des Sterns hat einen krummen

Digitized by Google

Weg gemacht, das sagt er uns aber nicht, und wir denken, er komme geraden Wegs daher. Deshalb sehen wir den Stern höher am Himmel stehen, als er wirklich steht. Also auch am Himmel lauter Täuschung! Wer kann da noch seinen Augen trauen! Ja eben, das sollst Du auch nicht, Du sollst fein demüthig erkennen, daß Du Dich allerwege irren kannst, und sollst Dich nicht darauf steifen und sprechen: So und so muß es sein, so sagt es mir mein gesunder Menschenverstand, oder so habe ich es mit meinen Augen gesehen und mit meinen Ohren gehört. In Gottes Schöpfung ist gar Vieles anders, als Du es siehst, und im Reiche des Heils ist auch Vieles anders, als Du es mit all Deinen klugen Gedanken meinst erforscht zu haben.

Diese Ablenkung des Lichtsstrahls nun ist aber keineswegs eine immer und überall gleichmäßige; sie nimmt mit der Dichte der Luft zu. Je tiefer ein Stern nach dem Horizonte zu steht, und je weiter also sein Licht den Weg durch die dichtern Schichten der Atmosphäre zu uns machen muß, — und ebenfalls je größer zur Zeit gerade der Luftdruck ist, desto größer ist seine Ablenkung, desto höher sehen wir ihn über seinem wahren Stand stehen. So ist auch die Sonne in der That theilweise schon untergegangen, wenn wir sie doch noch ganz über dem Horizonte sehen, und sie ist noch nicht ganz aufgegangen, wenn sie uns doch schon den Anblick der vollen Scheibe darbietet; sie zeigt sich uns Abends über zwei Minuten länger und Morgens über zwei Minuten früher, als sie uns ihrem eigentlichen Stande nach sichtbar wäre.

Aber noch mehr muß das Sternenlicht lernen, wenn es in unsere Atmosphäre kommt, nicht blos krumme Wege gehen und sich nach einer höheren Rangstufe drängen, sondern es lernt auch, sich mit täuschendem Flitterstaat auf-

Digitized by Google

zuputzen. Es wird eben hier auch von den niedern, unlauteren irdiſchen Beſtrebungen mit angeſteckt. Wir ſehen nehmlich die Sterne, namentlich die Fixſterne, meiſtens nicht mit ruhigem Lichte leuchten, ſondern abwechſelnd mit ſtärkerem oder ſchwächerem und auch mit verſchiedenfarbigem Lichte aufblitzen oder funkeln. Dieſes Funkeln liegt aber nicht in dem Lichtverhältniſſe des Sternes ſelbſt, ſondern iſt eine Zuthat, die ſein Licht beim Durchgang durch unſre Atmoſphäre empfängt, und zwar als Folge des wechſelnden Luftdrucks in derſelben. Denken wir uns mehrere gleichartige Strahlen zu gleicher Zeit von dem Sterne ausgehen; ſie gehen ganz gleichmäßig und mit gleicher Geſchwindigkeit durch den leeren oder mit Aether erfüllten Weltraum. Träfen ſie nun ſo unſer Auge, ſo würden ſie mit dieſer Gleichmäßigkeit nur den Eindruck eines ruhigen Lichtes auf uns machen. Das wäre auch noch der Fall, wenn ſie beim Durchgang durch unſre Atmoſphäre ihren Weg ſämmtlich immer durch gleich dichte Luft zurückzulegen hätten, d. h. wenn wenigſtens die Lufttheile, die in gleicher Schicht neben einander liegen, und welche die Strahlen zu paſſiren haben, alle dieſelbe Dichte hätten. Aber das iſt nicht der Fall; durch die Wärme und andere Umſtände verändert ſich der Druck der Luft an den verſchiedenen Stellen fortwährend. Auch bei der größten Windſtille iſt doch ein unausgeſetztes Hin- und Herwogen der Lufttheile, die von wechſelnder Dichte ſich einander hin- und herdrängen, um ſich in ihrer Dichte einander auszugleichen, und die bei dieſem Streben doch nimmer zur Ruhe kommen, weil die anderen Umſtände, (wechſelnde Temperatur in Folge der Umdrehung der Erde, Wolkenbildung, Verdunſtung, Aufſteigen verſchiedener Gaſe ꝛc.) immer wieder Druck und Dichte der einzelnen Lufttheile ändern. Durch dieſes unruhig wogende Luftmeer

müssen nun die Sternenstrahlen hindurch, die auf ihrem vielleicht jahrelangem Wege von ihrer Heimath bis zu unserm kleinen Planeten immer kameradschaftlich gleichen Schritt gehalten haben; sie machten ihre weite Reise durch ein gleichmäßiges Element, keiner wurde irgendwie aufgehalten. Nun kommen sie in unsre Atmosphäre, da hört die Gleichmäßigkeit auf; wie nahe sie auch neben einander gehen, sie finden doch auf ihrem Wege Hindernisse, die unter einander verschieden sind; der eine muß durch dichtere, der andere durch etwas dünnere Luft passiren. Dadurch werden sie in verschiedener Weise abgelenkt und aufgehalten und treffen nun auch so verschieden unser Auge. Etliche Strahlen können so kommen, daß sie sich gegenseitig in ihrer Wirkung verstärken, andre so, daß sich ihre Wirkungen einander aufheben, daß also der Stern für unser Auge abwechselnd mit hellerem oder schwächerem Lichte leuchtet und die Erscheinung des Funkelns annimmt. Wie die Strahlen durch den ungleichmäßigen Gang sich einander verstärken oder schwächen können und wie dadurch auch ein verschiedenfarbiges Licht hervorgerufen wird, erklärt die Optik und kann hier nicht ausführlicher dargelegt werden. — So ist es wieder eine Täuschung; man denkt, auf dem Sterne gehe es so unruhig zu, daß sein Licht hin- und herfunkelt, bald hell aufblitzt, bald wieder fast ganz verschwindet; und doch ist es nur unsre eigene tellurische Atmosphäre, die unserm Auge dies unruhige Spiel vormacht, während der Stern selbst mit ruhigem, gleichmäßigem Lichte in den Weltraum strahlt.

Aber die Atmosphäre macht uns manchmal noch viel ärgere Täuschungen vor, wahre Taschenspielerstückchen, und wieder ist es der wechselnde Luftdruck, der hier seine Hand im Spiele hat. Es sind die Luftspiegelungen oder

Digitized by Google

fata morgana, von denen wohl Jeder schon gehört hat, die aber nur in wärmeren Ländern, oft auch auf dem Meere vorkommen.

An den Küsten von Unteritalien sieht man öfters plötzlich mancherlei Gegenstände, Häuser, Bäume, Schiffe u. dgl. in der Luft schweben, sich fast unaufhörlich verändern und dann wieder verschwinden. Auf dem Meere, selbst in hohen Breitengraden, sieht man öfters Schiffe, obgleich sie noch so entfernt sind, daß sie noch gar nicht aus dem Horizonte hervortauchen können, doch schon vollständig in der Luft, öfters auch verlängert oder verkürzt, verkehrt oder auch zwei Bilder zugleich, ein aufrechtes und darüber ein verkehrtes, so daß sich die Spitzen der Masten beider berühren. Auch an den Küsten von England und Frankreich, die den Canal einschließen, hat man solche Erscheinungen beobachtet. Auf dem Genfer See hat man auch Doppelbilder nicht über, sondern neben einander gesehen.

In den heißen Ländern, die viel Sandboden haben, wie Aegypten und Abyssinien, beobachtet man solche Luftspiegelungen noch in anderer Weise. Es hängt dies mit einer Erscheinung zusammen, die auch wir hier in schwächerem Grade öfters an heißen Sommertagen haben; man sieht dann die erhitzte Luft in zitternder Bewegung; dies Zittern kommt daher, daß in der untern erhitzten Luft, die in Folge der Erwärmung eine sehr ungleiche Dichte in den verschiedenen nahe an einander liegenden Schichten bekommen hat, die Sonnenstrahlen bald nach der einen bald nach der andern Seite hin gebrochen werden und so in schnellem Wechsel von verschiedenen Richtungen her in's Auge fallen. Dieser Zustand der Luft kommt nun in jenen heißen Ländern oft in sehr verstärktem Grade vor; der

Digitized by Google

Boden wird stark erhitzt und theilt diese hohe Temperatur auch der zunächst über ihm lagernden Luftschicht mit. Bei ganz stillem Wetter geschieht es dann, daß diese erhitzte und also dünnere Luftschicht nicht alsbald in die Höhe steigt und so ausnahmsweise dichtere Schichten über sich hat. Indem nun die Lichtstrahlen, die von entfernteren Gegenständen, (Bäumen, Dörfern, Karavanen,) nach allen Richtungen und auch in schräger Linie nach dem Erdboden hin ausgesendet werden, erst durch dichtere, dann durch dünnere Luftschichten zum Erdboden kommen, so geschieht es, daß sie von dort wieder schräg aufwärts reflectirt werden und so in das Auge eines Beobachters fallen. Dieser sieht dann die Gegenstände, die er gerade aus aufwärts sieht, auf diese Weise von unten her noch einmal umgekehrt wie in einem Wasserspiegel. Und da ihm so alle Gegenstände und auch der Himmel in solchem Spiegelbilde erscheinen, so wird es so täuschend, daß er glaubt, alle diese Gegenstände ständen am Wasser und spiegelten sich darin. Er sieht dann einen großen See vor sich, worin sich die ferne Landschaft wiederspiegelt; aber je mehr er diesem See zueilt, desto mehr flieht und verschwindet dieser vor ihm, und er findet zuletzt statt des erfrischenden Wassers und gehofften Labetrunks nur glühenden Sand und mit Sand erfüllte heiße Luft. Es ist bekannt, wie das französische Heer auf der Expedition in Aegypten unter Napoleon I. auf diese Weise öfters bitter getäuscht worden ist.

Auch die andern vorher erwähnten Luftspiegelungen beruhen darauf, daß warme und kalte oder dünne und dichte Luftschichten in ungewöhnlicher Weise über oder neben einanderliegen und so beim Durchgang der Lichtstrahlen eine ungewöhnliche Brechung und Ablenkung derselben hervorbringen.

Digitized by Google

So haben wir gesehen, wie der Druck der Luft in die mannigfaltigsten Verhältnisse eingreift und sehr verschiedenartige Wirkungen hervorbringt. Noch auf Eins müssen wir unsere Aufmerksamkeit lenken, nehmlich wie die Verschiedenheit des Luftdrucks uns ein treuer Gehülfe wird bei der Erforschung der Höhenverhältnisse unserer Erde.

Hoch und Niedrig, das ist der Gegensatz, der überall auf Erden eine bedeutende Rolle spielt; der Mensch hat ihn nicht erfunden, er ist allerwege in der Natur gegeben und ist auch den menschlichen Verhältnissen durch natürliche Bedingungen aufgeprägt; und so lange die Oberfläche der Erde ihre Höhen und Tiefen haben wird, wird es trotz allen Rufs nach Gleichheit auch in der menschlichen Gesellschaft nicht aufhören, Hohe und Niedrige zu geben. Aber überall, wo sich Gegensätze bemerklich machen, giebt es auch einen mittleren Zustand, von dem jene Gegensätze nur Abweichungen nach der einen oder anderen Seite hin sind, und diese mittleren Zustände pflegen nach Zahl und Ausdehnung die umfassenderen zu sein. Es giebt ein gewisses Niveau, zu welchem die große Menge gehört und von wo aus man nach oben oder unten hin die Abweichung bestimmt. So ist es in den menschlichen Verhältnissen, so auch in den Höhenverhältnissen der Natur. Nur läßt sich das Niveau in der Natur viel bestimmter angeben und die Abweichung davon viel genauer messen, als in jenen. Für die menschlichen Verhältnisse ist der Maaßstab ein mehr relativer, und wo es sich um Bestimmung des Begriffs Hoch und Niedrig handelt, da bringt der Eine Dies, der Andere Jenes mit in Anschlag. Aber für die Höhenverhältnisse der Erde giebt es ein bestimmtes Niveau, und zum

Digitized by Google

Messen der Abweichungen ein bestimmtes Maaß, mögen wir es Fußstock, Meter oder sonst wie nennen.

Der Meeresspiegel ist das Niveau, von wo aus man die Höhen und Tiefen der Erde mißt; auf dem Meere ist Alles gleich, da giebt es keine Erhebungen und Senkungen, ausgenommen wenn das Wasser durch Conflikt mit dem unruhigen Luftmeere in leidenschaftliche Erregung kommt; aber das ist nur vorübergehend. Das flüssige Element ist der eigentliche Gleichmacher, der immer das, auch erfolgreiche, Streben hat, das Thal zu erhöhen, und was hoch steht, niedrig zu machen. So geht man denn von dieser überall gleichen Grundfläche aus und sagt: Dieses oder jenes Land, dieser oder jener Berggipfel ist so und so viel Fuß über dem Meeresspiegel erhaben, und meint damit die Erhebung in senkrechter Linie.

Aber wie führt man nun diese Messung aus? Es sollte doch ein schweres Stück Arbeit sein, mit dem Fußstock oder der Ruthenstange die Höhe vom Meeresspiegel nachzumessen, zumal bei einem Berge im Binnenlande. Da stellt sich nun der Luftdruck als hülfreicher Geselle ein und verrichtet die Arbeit so genau, wie es der beste Feldmesser nimmer vermöchte. Um aber vom Luftdruck die Höhenangaben zu erhalten, bedarf man eines Instrumentes, an welchem jener seine Arbeit annotirt und von dem man dann die Höhe ablesen kann; nur freilich etwas Rechnen gehört auch noch dazu. Dieses Instrument ist das Barometer, im gewöhnlichen Leben auch Wetterglas genannt.

Am Schlusse des ersten Vortrags ist dargethan, wie Toricelli durch eine mit Quecksilber gefüllte Glasröhre das Vorhandensein und die Stärke des Luftdrucks nachgewiesen hat, und wie diese Toricellische Röhre die Grundlage für das Barometer geworden ist. In der That ist der wesent-

Digitized by Google

lichſte Theil eines Barometers auch nichts anderes als eine Toricelliſche Röhre. Alſo eine etwa drei Fuß lange, ſenkrecht ſtehende, oben zugeſchmolzene, unten offene Glasröhre, die vollkommen luftleer gemacht iſt und die mit ihrem untern Ende in ein offenes Gefäß mit Queckſilber taucht; auf die Oberfläche des Queckſilbers wirkt der Luftdruck und treibt das Queckſilber in die luftleere Röhre hinein und ſomit aufwärts, bis das Gewicht dieſer Queckſilberſäule der Kraft des Luftdrucks gleich iſt. Wir haben ſchon im erſten Vortrage gehört, daß im gewöhnlichen Flachlande dieſe Queckſilberſäule des Barometers durchſchnittlich eine Höhe von 28 Zoll hat, daß alſo der Luftdruck dort dem Gewicht einer 28 Zoll hohen Queckſilberſäule entſpricht; der Querſchnitt oder die Dicke dieſer Säule iſt natürlich immer der Grundfläche entſprechend, auf welche der Luftdruck wirken kann. Um nun ſolche Röhre zu einem vollſtändigen Barometer zu ergänzen, gehört noch eine in Zoll und Linien getheilte Scala dazu, die oben an der Röhre angebracht iſt, um daran das Fallen oder Steigen der Queckſilberſäule beobachten zu können. Anſtatt die Röhre unten in ein Gefäß eintauchen zu laſſen, kann dieſelbe auch unten nach aufwärts umgebogen und zu einem Gefäß erweitert ſein, ſo daß das Gefäß mit der Röhre ein Stück ausmacht. Ueberhaupt giebt es gar mancherlei Abänderungen dieſes Inſtrumentes, namentlich wenn es zu Höhenmeſſungen gebraucht werden ſoll; es muß dann nicht nur die Scala ſo eingerichtet ſein, daß man auch noch ſehr kleine Theile einer Linie daran unterſcheiden kann, ſondern es müſſen noch Vorkehrungen getroffen ſein, um das Inſtrument leicht transportabel zu machen und um das heftige Auf- und Niederſchwanken des Queckſilbers, das durch die Bewegung beim Tragen leicht herbeigeführt wird, und in

Digitized by Google

Folge dessen auch Luft in die Röhre eintreten könnte, zu vermeiden. Alle diese Vorkehrungen näher zu beschreiben, ist hier nicht der Ort. Nur eines Barometers von ganz anderer Einrichtung und ohne Quecksilbersäule sei noch kurz erwähnt, nehmlich des sogenannten Aneroid-Barometers. Es ist eine luftleere, einerseits mit dünner Metallplatte geschlossene Kapsel in Uhrform. Im Innern ist eine Druckfeder mit Räderwerk; der äußere Luftdruck drückt je nach seiner Stärke mehr oder weniger auf die dünne Platte und durch diese auf die Feder. Die Veränderung des Luftdrucks wird in seiner Wirkung durch die Feder auf das Räderwerk fortgepflanzt und außen durch einen Zeiger wie bei einer Uhr angezeigt. Solches Instrument kann man bequem in der Tasche mit sich tragen. Es giebt aber an sich kein bestimmtes Maaß des Luftdrucks als Gewicht an, wie die Quecksilbersäule, sondern muß erst nach einem Quecksilberbarometer bezeichnet und regulirt werden. Bei Luftschifffahrten, wo das Quecksilberbarometer seiner großen Schwankungen wegen sehr unsicher ist, ist jenes am besten anzuwenden, um die Höhe, bis zu der man gestiegen ist, zu bestimmen.

Aber wie zeigt nun das Barometer die Höhe an? Die Grundlage dazu ist leicht verständlich. Je höher man kommt, desto weniger Luft hat man über sich, desto dünner ist die Luft, und desto geringer ihr Druck. Sie wird also auch in der Röhre desto weniger Quecksilber in die Höhe treiben können, oder die Quecksilbersäule wird fallen. Man sagt dafür kurz: das Barometer fällt oder steigt. So sind wir denn im Flachlande, wir steigen mit dem Barometer auf einen Thurm 73 Fuß hoch, und siehe das Barometer ist um eine Linie gefallen. Wir haben nun eine 73 Fuß hohe Luftsäule weniger über uns, und der Druck ist um das

Digitized by Google

Gewicht einer eine Linie hohen Queckſilberſäule geringer geworden. Druck und Gewicht dieſer beiden Größen müſſen alſo einander entſprechen. Steigen wir nun von unten irgend einen Berg hinauf; es geht bald ſanft anſteigend, bald ſteiler aufwärts; mit der Ruthenſtange könnten wir die ſenkrechte Höhe, die wir erreichen, nicht meſſen. Aber wir achten auf das Barometer; jetzt iſt es um eine Linie gefallen, wir haben uns alſo um 73 Fuß ſenkrechter Höhe erhoben.

Wir ſteigen nun weiter und ſehen, daß das Barometer wieder um eine Linie gefallen iſt. So ſind wir denn wieder um 73 Fuß höher gekommen? Doch nein, der Schluß iſt nicht richtig, ſo einfach iſt die Sache leider nicht, dabei wäre die Höhenberechnung doch mit zu wenigem Kopfzerbrechen verknüpft. Wäre es ſo, ſo brauchte man, um die Höhe eines beliebigen Ortes über dem Meeresſpiegel zu erfahren, nur ſo viel mal 73 Fuß Höhe zu berechnen, als um wie viel Linien das Barometer dort gegen den Barometerſtand am Meeresſpiegel fällt, und es ließe ſich auch leicht und haarſcharf die Höhe der Atmoſphäre beſtimmen. Unten iſt der Luftdruck gleich 28 Zoll Queckſilber, jede 73 Fuß eine Linie weniger; nun gut, ſo multiplicirt man die ganzen Linien der 28 Zoll, alſo 336 Linien, mit 73 Fuß; ſo wäre die Atmoſphäre 73 mal 336 = 24528 Fuß oder etwas über eine deutſche Meile hoch; darüber wäre Alles luftleer. Aber ſo geht die Sache nicht, dann müßte ein gleiches Luftvolumen in jeder Höhe gleich viel wiegen. Wir wiſſen aber, daß die Luft, je höher man kommt, deſto dünner wird, alſo ein immer größeres Volumen zu demſelben Gewicht oder Drucke gehört. In der zweiten Schicht muß ſchon eine höhere als blos 73 Fuß hohe Luftſäule dazu gehören, um der einen Linie Queckſilber das Gleichgewicht zu halten; in der dritten Schicht ſchon wieder mehr, als in der vorigen, und ſo fort, ſo daß man einen immer

Digitized by Google

höheren Raum hinaufsteigen muß, ehe das Barometer wieder um eine Linie fällt. Viel beträgt freilich der Unterschied von einer Schicht zur andern nicht; auf je eine Linie, um die das Barometer fällt, wird die Luftschicht etwa um 1/5 Fuß höher als die vorige. Handelt es sich also nur um eine geringe Höhe, etwa von 1000 Fuß, so wäre der Fehler noch nicht gar groß, wenn man für jede Linie Queckfilber nur 73 Fuß Höhe rechnete; man hätte dann ungefähr 16 Fuß zu wenig gerechnet. Aber bei größern Höhen macht es doch etwas aus, es summirt sich allmählig auch das Kleine zu etwas Großem, bei 2000 Fuß Höhe betrüge der Fehler schon etwa 66 Fuß, beim dritten Tausend schon 150 Fuß. Und käme man etwa so hoch, daß das Barometer nicht mehr 28, sondern nur noch 14 Zoll hoch steht, so müßte man auf eine Linie Queckfilber statt 73 Fuß schon die doppelte, nehmlich 146 Fuß Höhe rechnen.

Aber wie findet man nun, um wie viel jede Schicht höher zu berechnen ist, damit man aus dem Stande des Barometers auch wirklich die richtige Höhe, auf der man sich befindet, wissen kann? Für die, welche das gern wissen möchten und die ein wenig Rechnen nicht scheuen, mögen einige Andeutungen darüber hier stehen. Die Andern, die mit dem Rechnen etwas über den Fuß gespannt sind, mögen das überschlagen.

Man weiß aus vielen Versuchen, daß das Volumen einer zusammengepreßten Luftmenge genau in dem Maaße kleiner wird, als die zusammendrückende Kraft zunimmt. Man nennt dies das Mariotte'sche Gesetz und drückt es gewöhnlich so aus: Das Volumen der Luft verhält sich umgekehrt wie die drückende Kraft. Diese drückende Kraft ist nun hier der Atmosphärendruck, und dieser wird durch den Barometerstand bezeichnet. Das Volumen der Luft aber findet seine Bezeichnung durch die Höhe der Luftschicht, die

Digitized by Google

man durchsteigen muß, um eine bestimmte Veränderung des Barometerstandes hervorzubringen. Demnach heißt das Gesetz auf unsern Fall angewendet: die Luftschichthöhen verhalten sich umgekehrt wie die Barometerstände; oder item zu Deutsch: in demselben Maaße als der Barometerstand niedriger wird, in demselben Maaße wird die Luftschichthöhe, die einer Linie Queckfilber entspricht, größer. Nun denn! Im Niveau des Meeres, also bei Nullhöhe, sei der Barometerstand 28 Zoll oder 336 Linien; so ist er nach der Erfahrung bei 73′ Höhe = 335‴. Die nächsthöhere Luftschicht x muß sich also zur Luftschichthöhe 73′ umgekehrt verhalten, wie die Barometerstände, also wie 336‴ zu 335‴; das giebt die Proportion:

$$x : 73 = 336 : 335.$$

Wer nun ein wenig Regel de tri rechnen kann, findet hieraus die zweite Luftschicht

$$x = \frac{73 \times 336}{335} = 73_{,218},$$ d. h. 73 Fuß

und einen Decimalbruch, der etwa ⅕ Fuß beträgt. Die Höhen der darauf folgenden Luftschichten, in denen das Barometer immer wieder um eine Linie fällt, findet man also in derselben Weise; bei einem Barometerstand

von 334‴ ist $x = \frac{73 \times 336}{334} = 73_{,437}'$

„ 333‴ ist $x = \frac{73 = 336}{333} = 73_{,657}'$ u. s. w.

Da nun $73 \times 336 = 24528$ ist, so braucht man nur immer in die letztere Zahl mit der Barometerhöhe, in Linien ausgedrückt, zu dividiren, um die Luftschichthöhe zu finden, um welche man wieder steigen muß, damit das Barometer um eine Linie weiter fällt.

Wir wollen uns ein paar Beispiele berechnen. Die Luftschichthöhe, welche anfängt, wenn der Barometerstand ist:

Digitized by Google

27 Zoll oder 324‴ ist demnach $= \frac{24528}{324} = 75^{7}/_{10}$ Fß.

24 „ „ 288‴ „ „ $= \frac{24528}{288} = 85^{2}/_{10}$ „

20 „ „ 240‴ „ „ $= \frac{24528}{240} = 102^{2}/_{10}$ „

16 „ „ 192‴ „ „ $= \frac{24528}{192} = 127^{2}/_{10}$ „

14 „ „ 168‴ „ „ $= \frac{24528}{168} = 146$ „

Man sieht nun leicht, daß man nach solcher Berechnung Tabellen anfertigen kann, aus denen zu den verschiedenen Barometerständen die betreffenden Höhen, vom Meeresspiegel an gerechnet, zu ersehen sind. Man braucht nur die auf einander folgenden Luftschichten zu addiren.

Also bei einem Barometerstande von

336‴ ist die Höhe Null . . . = 0.
335‴ „ „ „ 73′ . . . = 73′
334‴ „ „ „ $73 + 73{,}_{218}$. = $146{,}_{218}'$
333‴ „ „ „ $146{,}_{218} + 73{,}_{437} = 219{,}_{655}'$
332‴ „ „ „ $219{,}_{655} + 73{,}_{657} = 293{,}_{312}'$
331‴ „ „ „ $293{,}_{312} + 73{,}_{879} = 367{,}_{391}'$

und so fort.

Man braucht demnach nur den mittleren, d. h. durchschnittlichen Barometerstand eines Ortes zu wissen, um danach die Höhe desselben über dem Meeresspiegel berechnen zu können. Wir sagen: mittleren oder durchschnittlichen Barometerstand, denn allerdings hat auch an einem und demselben Orte das Barometer nicht immer dieselbe Höhe, sondern steigt und fällt je nach dem Einfluß der Witterung. Aber es giebt für jeden Ort eine Barometerhöhe, welche, wenn die Witterungseinflüsse, die das Barometer fallen

Digitized by Google

oder steigen machen, sich gegen einander ausgleichen, die gewöhnliche ist, und die man aus längeren Beobachtungen erfährt. Diese nimmt man zur Berechnung, indem auch der Barometerstand, der für das Niveau des Meeres als 28 Zoll oder 336 Linien angegeben ist, ebenfalls der mittlere oder durchschnittliche ist.

So ergiebt sich z. B. aus dem mittleren Barometerstande folgender Orte die Höhe derselben über dem Meeresspiegel: Mittlere Barometerhöhe

auf dem	Brocken	$24\frac{1}{2}''$,	also Höhe	=	3650′
„ „	St. Gotthard	21″,	„ „	=	7600′
„ „	Aetna	19″,	„ „	=	10300′
„ „	Montblanc	16″,	„ „	=	14650′
„ „	Chimborasso	$12\frac{5}{6}''$,	„ „	=	20100′.

Steigt man im Luftballon auf, so notirt man unten den Barometerstand und sieht dann an dem Fallen des Barometers, wie viel Fuß man sich erhoben hat, oder auch mit Berücksichtigung des mittleren Barometerstandes des Ortes, wieviel Fuß man sich über dem Meeresspiegel befindet.

Die hier dargelegte Art der Berechnung ist freilich nur eine ganz elementare, die nur dazu dienen soll, um die Sache einigermaßen zu veranschaulichen. Bei wirklich wissenschaftlichen Höhenmessungen verfährt man auf eine andre Weise, deren Darlegung aber mehr arithmetische Berechnung erfordert, als ich meinen Lesern zumuthen will.

Aus solcher Berechnung ergiebt sich nun auch, daß in einer Höhe von 160,000 Fuß, also von ungefähr 8 geographischen Meilen, die Luft schon so dünn ist, daß sie nur noch den vierten Theil einer Linie Queckſilber tragen kann; es ist das eine Verdünnung, die man mit den besten Luftpumpen nicht mehr erreichen kann. In dieser Höhe gehören

Digitized by Google

zu dem Gewicht eines Pfundes 8600 Kubikfuß Luft, während hier unten nur 113 Kubikfuß zu demselben Gewicht nöthig sind.

Da nun mit weiterer Höhe die Dichtigkeit der Luft immer mehr abnimmt, so ist klar, daß die Verdünnung endlich einen Grad erreichen muß, bei welcher der Luftdruck für unsre irdischen Verhältnisse in keiner Weise mehr wahrnehmbar ist. Dies findet in einer Höhe von ungefähr 10 geographischen Meilen statt. Darum nimmt man die Höhe der Atmosphäre auf 10 Meilen an. Im Verhältniß zum ganzen Erdkörper ist das eine sehr dünne Schicht; denn da der Durchmesser der Erde 1700 Meilen beträgt, so kommt auf die Atmosphäre nur etwa der 170ste Theil desselben; oder wenn man sich die Erde durch eine Kugel von einem Fuß Durchmesser abbildet, so beträgt das atmosphärische Luftmeer, das dieselbe umfließt, noch nicht die Dicke einer Linie.

Ganz aufhören wird wohl die Luft auch in dieser Höhe noch nicht; wenigstens meinen Manche, daß sie ihnen ihr Vorhandensein in noch größerer Höhe durch die Ablenkung der Lichtstrahlen verrathen habe, und sie glauben selbst noch in einer Höhe von 26 Meilen Spuren ihres Daseins wahrgenommen zu haben. Wie dem auch sein mag, so ist sie doch in einer Höhe von 10 Meilen schon so dünn, daß sich wenigstens ein Druck derselben an unsern irdischen Meßinstrumenten nicht mehr nachweisen ließe. Und wer also durchaus von jeglichem Druck auf Erden befreit sein möchte, der kann es erreichen, wenn er nur 10 Meilen weit hinaufsteigt. Ob er ohne allen Druck leben könnte, ist eine Sache für sich; wenigstens haben Luftschiffer und Bergreisende schon bei einer Höhe von etwa 15,000 Fuß die theilweise Abnahme des Luftdrucks sehr unangenehm em-

Digitized by Google

pfunden, und sie sind gern wieder in etwas größeren Druck niedergestiegen, um von Ohrensausen, Nasenbluten und Athembeschwerden befreit zu werden. Item, eine bestimmte Portion Druck muß uns wohl heilsam sein.

Freilich zu stark muß der Druck auch nicht werden, dagegen empört sich unsere Natur auch. Der Luftdruck wird aber natürlich stärker, wenn man tiefer kommt als im Niveau des Meeresspiegels, also etwa in tiefe Bergwerkschachte hinein. So geht es z. B. in dem Steinsalzbergwerke zu Staßfurt in der Provinz Sachsen in dem Fahrschacht 1066 Fuß tief senkrecht hinunter, und wer sich an den vermehrten Luftdruck unten noch nicht gewöhnt hat, bekommt wenigstens an dem Ohrendrücken eine ganz deutliche Lection darüber.

Je mehr es nun in das Innere der Erde hinein geht, desto dichter wird die Luft, und wenn die Dichtigkeit nach dem gedachten Mariotte'schen Gesetz regelmäßig zunähme, so müßte die Luft in einer Tiefe von 100 Meilen schon so zusammengepreßt sein, daß sie so dicht wie Gold wäre. Aber es wird wohl etwas Anderes dazwischen kommen, daß die Erdgeister da unten doch nicht aus Luft ihre Münzen schlagen können; wie wir nehmlich schon im ersten Vortrage gehört haben, gehen fast alle Gase bei zunehmendem Druck in eine tropfbare Flüssigkeit über und stehen dann nicht mehr unter der Zuchtruthe des Mariotte'schen Gesetzes. Von der atmosphärischen Luft können wir das freilich nicht nachweisen. Aber es läßt sich wohl vermuthen, daß es für sie auch einen Druck giebt, dem sie sich beugen muß. Freilich etwas Anderes wirkt auch wieder entgegen; es wird nehmlich, je tiefer man in die Erde kommt, auch immer wärmer; und wir wissen, wenn man es einem Gase zu heiß macht, so behält es auch trotz des Druckes seine Gas-

Digitized by Google

natur. So kommt also die Luft in der Tiefe der Erde zwischen zwei Kräfte, die sie in entgegengesetzter Weise in's Gebet nehmen; einerseits der starke Druck, der sie flüssig machen, andererseits die Hitze, die sie noch dünner machen möchte. Da mag sie doch wohl Luft bleiben, ohne dem Gesetz zu gehorchen. Wer weiß es! Nach oben hin geht es mit unsern Berechnungen besser als nach unten hin; wir können auch vom Niveau des Meeresspiegels nicht so weit nach unten in die feste Erde, als nach oben in das Luftmeer hinein. Mag es uns ein Wink sein, auch mit unsern Gedanken und Sinnen mehr aufwärts zu streben!

Wir haben schon gehört, daß auch an einem und demselben Orte oder in derselben Höhe vom Meeresspiegel aus der Barometerstand keineswegs immer derselbe bleibt, sondern mannigfachen Schwankungen unterworfen ist. Er hat wohl sein Grundthema, spielt aber darüber mannigfache Variationen. Auf diese ist bei Höhenmessungen Rücksicht zu nehmen. Man beobachtet etwa den Barometerstand am Fuße des Berges und steigt dann aufwärts. Aber während des Steigens hat sich ein Wind erhoben und hat schwerere oder leichtere Luft aus einer andern Gegend hergebracht; oder ein Regen hat den Wassergehalt, der als Gas in der Luft auch seinen Druck auf das Barometer ausübte, schnell aus der Luft weggeführt und dadurch den Druck vermindert; genug, wenn man oben ist, steht vielleicht unten das Barometer nicht mehr auf dem Punkt, als da man noch unten war; der ganze allgemeine Luftdruck hat sich verändert. Um zu wissen, wie viel der wirkliche Unterschied zwischen dem Barometerstande oben und unten beträgt, müßte man wissen, wie zu derselben Zeit das Barometer unten steht. Darum ist es gut, wenn man unten einen Gehülfen hat, der zu gleicher

Digitized by Google

Zeit auch unten den Barometerstand beobachtet; und dann muß man sich auch nicht mit einem Vergleich begnügen, sondern deren mehrere an verschiedenen Tagen anstellen. Wir sehen also, treue Gehülfen braucht man überall, und so ganz glatt, wie es auf den ersten Augenblick aussieht, wickelt sich auch dies Geschäft nicht ab; man hat immer noch dies und das dabei zu beachten, gar Manches noch, das wir hier gar nicht erst erwähnen. Und wenn jener Naturforscher, der über ein Gebirge fuhr, oben sein Aneroidbarometer wie eine Uhr aus der Westentasche zog und dem erstaunten Postillon danach sagte, wieviel Fuß sie in den letzten Stunden höher gekommen wären, so war doch etwas Renommage dabei; denn so genau konnte es der Herr doch nicht wissen, weil ihm seine Uhr nicht sagen konnte, ob sich unterdeß nicht der allgemeine Luftdruck geändert habe.

Diese Schwankungen, welche in Folge der Witterungsveränderungen eintreten, sind ziemlich bedeutend. In der heißen Zone, wo die Witterung meist beständig ist, beträgt der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten vorkommenden Barometerstand freilich nur einige Linien; Höhenmessungen haben daher dort nicht solche Schwierigkeiten. In Unteritalien beträgt der Unterschied schon einen Zoll, in unserm lieben Deutschland 2 bis 3 Zoll, im nördlichen Rußland gar über 3 Zoll. Da muß man denn freilich behutsam sein, ehe man nach dem Barometer sein Urtheil über die Höhe eines Ortes ausspricht; bei gehöriger Vorsicht und mehrfachen Beobachtungen kommt man aber auch dort zum sichern Resultat.

Außer diesen zufälligen Schwankungen giebt es aber auch periodische, regelmäßig wiederkehrende. So giebt es im Luftmeere gerade wie im Wasserocean eine tägliche Ebbe

Digitized by Google

und Fluth, ein Zu- und Abnehmen des Druckes, und wird von einem guten Barometer markirt. Des Morgens nehmlich bis etwa 10 Uhr wird der Druck stärker und das Barometer steigt, weil die Sonne immer mehr Wassergehalt der Luft in Gas auflöst, und dieser nun mitdrückt; es ist die Zeit der Fluth. Dann wird aber auch der Erdboden erwärmt, die untern Luftschichten bekommen auch ihr Theil davon ab und beginnen nun eine Schifffahrt nach oben und nehmen den Wasserdampf mit fort; so tritt die Ebbe ein, und das Barometer fällt bis gegen Nachmittag um 3 oder 4 Uhr. Dann kühlt sich der Erdboden ab, die untern Luftschichten verlieren bei der Abkühlung die Reiseluft und steigen nicht mehr auf; aber die Gasbildung dauert noch fort, und der Druck wird daher wieder stärker, das Barometer steigt. Das ist die zweite Tagesfluth, die bis zum Untergang der Sonne dauert, wo bei der allgemeinen Abkühlung das Wassergas wieder in Wasser übergeht, und so der Druck nachläßt und die zweite Ebbe bis zum andern Morgen eintritt. In der heißen Zone ist dies Fluthen und Ebben so regelmäßig, daß man das Barometer allenfalls als Zeituhr gebrauchen kann. Wir hier thun schon besser, uns dazu der Uhren von Peter Hele zu bedienen.

Ebenso finden auch regelmäßige jährliche Schwankungen oder Variationen statt, die von den Jahreszeiten abhängen, eine Jahres-Fluth und Ebbe. Auf unserer nördlichen Halbkugel ist im Allgemeinen im Januar der höchste Barometerstand, dann fällt er bis zum Juli und steigt von da an wieder bis in den Januar, so daß im Winter Fluth, im Sommer Ebbe ist.

Man könnte vielleicht fragen, ob dieses periodische Ebben und Fluthen des Luftmeers nicht auf das Wohlbefinden

Digitized by Google

des Menschen von Einfluß sein könnte; fühlen wir uns doch unbehaglich, wenn bei großer Schwüle oder vor einem Gewitter der Luftdruck ein abnormer ist. Aber jedes periodische Fallen und Steigen ist doch ein so geringes, daß es wohl nur die Reichenbach'schen Sensitiven an sich fühlen möchten.

Anstatt des Barometers kann man auch das Thermometer zu Höhenmessungen benutzen. Wir haben schon gehört, daß der Siedepunkt des Wassers, oder der Wärmegrad, bei welchem das Wasser in's Kochen kommt, durchaus vom Luftdruck abhängt. Beim gewöhnlichen Luftdruck, wie er im Flachlande stattfindet, kocht das Wasser bei 80° Reaumur. Je geringer der Luftdruck wird, bei desto geringerer Wärme kommt das Wasser in's Kochen. Je höher wir also hinaufsteigen, desto geringerer Wärme bedarf es dazu. So braucht man nur das Thermometer in's kochende Wasser oder besser in den ebenso warmen Dampf desselben zu stecken, um an dem Wärmegrad zu sehen, wie hoch man über dem Meeresspiegel ist. Freilich etwas Anderes muß dazu zuvor geschehen sein; aber dafür haben die Gelehrten schon gesorgt. Das Wasser, wie jede Flüssigkeit fängt immer dann an zu kochen, wenn die Wärme so groß ist, daß die Spannkraft des entstehenden Dampfes den Luftdruck durchbrechen kann, also von gleicher Stärke mit ihm ist. Wenn also bei einem Barometerstande von 336 Linien das Wasser bei 80° kocht, so ist die Spannkraft des Wasserdampfes bei einer Temperatur von 80° ebenfalls 336 Linien stark, d. h. dieser Wasserdampf würde ebenso wie der Luftdruck eine Quecksilbersäule von 336 Linien tragen können. Wenn man also weiß, wie stark bei den verschiedenen Temperaturen des Wassers die Spannkraft des Wasserdampfes ist, so weiß man auch, wie stark an dem

Digitized by Google

Orte, wo das Wasser gerade siedet, der Luftdruck ist. Weiß man z. B., daß bei 69° die Spannkraft des Wasserdampfes 206 Linien beträgt, und man ist nun an einem Orte und sieht dort das Wasser schon bei 69° kochen, so muß dort der Luftdruck oder der Barometerstand auch 206 Linien sein. Weiß man aber den Barometerstand, so kann man daraus auf die oben angegebene Weise auch die Höhe des Orts berechnen. Bei unserm letzten Beispiel wäre zu 206 Linien Barometerstand die betreffende Höhe 12,600 Fuß.

Nun sind aber schon nach genauen Untersuchungen Tafeln zusammengestellt, aus denen man zu jeder Temperatur des Wassers die betreffende Spannkraft des Wasserdampfes ersehen kann. Mit Hülfe solcher Tafeln und eines Thermometers kann man also aus dem Siedepunkt des Wassers die Höhe berechnen. Es gründet sich, wie wir sehen, dies Verfahren ebenfalls auf den Luftdruck, nur daß man sich die Kenntniß von der Stärke des irgendwo stattfindenden Luftdrucks nicht durch ein Barometer, sondern durch den Siedepunkt des Wassers verschafft. Und der Apparat zu diesem Letztern ist meist transportabler als ein Barometer. Wir führen zur Vergleichung die Höhen- und Siedepunkte einiger bewohnten Orte hier an.

Ort.	Höhe.	Siedepunkt n. R.
Berlin und Rom	130 Fß.	$79\frac{5}{6}$ °
München	1650 „	$78\frac{2}{3}$ „
Hospiz auf dem St. Gotthard .	6360 „	74 „
Mexico	7000 „	$73\frac{7}{10}$ „
Santa Fe de Bogata	8100 „	$72\frac{6}{10}$ „
Quito	8900 „	72 „
Antisana, Meierei auf den Anden	12500 „	69 „

Man hat sogar ein Thermometer construirt, das so empfindlich ist, daß man damit den Unterschied des Siede-

Digitized by Google

punktes und damit auch der Höhe zwischen den verschiedenen Stockwerken eines Hauses finden kann. Wer im vierten Stockwerk wohnt, bekommt sein Wasser natürlich bei geringerer Temperatur zum Kochen, als wer zur ebenen Erde wohnt.

Wir sehen also, daß die Natur selber uns gar mancherlei Wege angiebt, um ihre Geheimnisse zu erforschen. Wenn man sonst die Bergriesen anstarrte und sich über ihre muthmaßliche Höhe stritt, wenn man dann vergeblich versuchte, mit Hülfe der Meßkette zu einem Resultat zu kommen, so spaziert man jetzt mit Barometer oder Thermometer hinauf und findet die Höhe ohne alles Messen. Aber wo man nun nicht hinauf kann? Es giebt ja freilich der Berggipfel viele, deren Felsgeklüfte oder ewiges Eis ein Besteigen verbieten. Nun da muß dann für dies letzte, unersteigbare Stück die Mathematik aushelfen; wie es ihr gelingt, die Entfernung und Größe der Gestirne mit Hülfe ihrer Winkelinstrumente zu berechnen, so schafft sie es auch mit den Gipfeln der Berge.

Digitized by Google

Vierter Vortrag.

Von der Luftschifffahrt und deren Geschichte.

In dem Luftmeere, das wir in den bisherigen Vorträgen schon in mannigfacher Beziehung kennen gelernt haben, wird auch Schifffahrt getrieben wie auf dem Wasserocean. Doch ist die Luftmarine noch nicht beträchtlich, und bisher hat es noch kein Staat zu einer vorzugsweisen Herrschaft in diesem Elemente gebracht. Es ist da noch Raum genug, daß irgend ein kleiner Staat, vielleicht einer von den deutschen Duodezstaaten, sich durch die Herrschaft im Luftmeere zu einer Großmacht aufschwinge; denn hier giebt es kein Binnenland, in Beziehung auf das Luftmeer sind sie sämmtlich Seestaaten. Doch solche Marine herzustellen bleibt noch eine Aufgabe für die Zukunft; bis jetzt werden nur dann und wann einzelne Schiffe zum Recognosciren und zur Vergnügungsfahrt ausgesendet. Regelmäßige Packetpost-Luftschifffahrt und regelmäßige Luft-Omnibusfahrten sind noch nicht eingerichtet; auch die reichen Handelsherrn senden noch keine Luftkauffartheischiffe aus. Zum Kriegsdienst waren Luftschiffe schon einmal in Dienst gestellt, sind aber bald wieder abgetakelt worden.

Schwimmer sind genug in dem Luftmeere; wie der Ocean seine Fische und andere Wasserthiere hat, so schwimmen im Luftmeere Vögel und Insekten in zahlloser Menge

Digitized by Google

umher. Und was wir Luftschifffahrt nennen, ist eigentlich auch mehr ein Schwimmen als ein Schiffen, denn man bewegt sich dabei im Luftmeere, nicht wie die Schiffe auf dem Meere. So könnte man es höchstens mit Bauer's submariner Schifffahrt und mit seinen Taucherschiffen vergleichen, die freilich bis jetzt noch eine bloße Idee sind und es vor der Hand auch bleiben werden. Doch man nennt es einmal Schifffahrt, und so wollen wir um den Namen auch nicht zanken.

Ob die Luftschifffahrt noch einmal eine größere Ausdehnung bekommen wird, kann man noch nicht entscheiden. Sie ist eine verhältnißmäßig noch junge Kunst; der erste Versuch solcher Schifffahrt wurde am 5. Juli 1783 gemacht. Die großen Hoffnungen, die man anfangs damit verband, hat sie freilich nicht erfüllt. In wissenschaftlicher Beziehung hat sie schon mannigfachen Gewinn gebracht und wird dessen wohl auch noch mehr bringen. Auf große Erfolge für praktische Zwecke scheint man jetzt kaum noch rechnen zu können. Doch hat manche Erfindung schon viel länger auf die Vervollkommnung warten müssen, die sie erst praktisch brauchbar gemacht hat. Wer weiß, ob sich nicht noch einmal für die Luftschifffahrt das Genie findet, das sie schnell aus der jetzigen Unbedeutenheit emporhebt; es müssen dazu vielleicht erst noch auf anderen Gebieten Erfindungen gemacht werden, die dieser in die Hände arbeiten.

Indem wir nun die Luftschifffahrt näher betrachten wollen, haben wir uns sowohl mit der Geschichte derselben, als mit den physikalischen Zuständen, auf denen sie beruht, oder die ihrer ausgedehnteren Anwendung entgegenstehen, bekannt zu machen. Wir wollen dies aber nicht abgesondert von einander thun, sondern wir wollen unsere Wanderungen an der Hand der Geschichte machen und dabei, wo die

Digitized by Google

Gelegenheit sich bietet, die physikalischen Erörterungen anschließen. Zuvor müssen wir freilich zum Verständniß des Ganzen mit einer physikalischen Betrachtung beginnen.

Wenn Körper, z. B. Luftballons, in der Luft aufsteigen und darin schweben, so beruht das auf denselben Gesetzen, nach denen Körper im Wasser schwimmen. Die Luft verhält sich in dieser Beziehung sehr ähnlich wie das Wasser. Wir wollen zuerst ein wenig ins Wasser tauchen, oder besser, wir werfen einen anderen Körper, einen der specifisch leichter ist als der Mensch, also etwa ein Scheit Fichtenholz, in's Wasser. Wir werfen es bis auf den Grund, aber es ist ein Lichtfreund und kommt gleich wieder zu Tage und schwimmt oben umher. Wie geht das zu? selber wird es sich wohl nicht hinaufrudern; die Kraft, die es aufwärts bringt, wird wohl außer ihm liegen, jedenfalls im Wasser. Das Wasser hebt das Holz, d. h. es übt auf das Holz einen Druck von unten nach oben aus. Wir werfen nun ein eben solches Scheit, aber von Eisen, hinein. Die Wasser gehen auf und gehen nieder, das Eisenscheit bringt keines wieder! Warum bleibt dieses unten? Drückt das Wasser jetzt nicht nach oben? Gewiß, aber es ist nicht allmächtig, seine Kraft hat ihre Grenzen; es drückt und hebt, aber es kann es nicht schaffen, das Eisen ist ihm zu schwer. Etwas hebt das Wasser das Eisen auch; das merkt man daran, daß dies im Wasser leichter ist als außerhalb desselben; man kann es darin wie einen leichten Körper heben; denn das Wasser hilft mit tragen, oder, was dasselbe ist, das Eisenscheit verliert im Wasser einen Theil seines Gewichts. Nun nehmen wir dasselbe Eisenscheit und lassen es zu dünnem Blech aushämmern und einen hohlen Cylinder davon machen; es hat nun einen viel größeren Umfang, aber es ist noch eben so schwer, denn es

Digitized by Google

ist dasselbe Eisen darin. Nun werfen wir den Eisencylinder ins Wasser, und siehe, schnell taucht er auf und bleibt oben. Warum kann denn das Wasser nun das Eisen heben, es ist ja doch noch eben so schwer? Freilich, aber wenn recht Viele anfassen, schafft es besser, als wenn nur Wenige den Versuch machen. Als das Eisen noch in der Form des Scheites war, hatte es nur einen geringen Umfang, es konnten nicht viele Wassertheile anfassen und heben. Der Cylinder hat einen größeren Umfang; wenn der in's Wasser kommt, so verdrängt er eine große Menge Wassertropfen aus ihrer Stelle. Das wollen sich diese natürlich nicht gefallen lassen, sie machen sich nun alle mit vereinter Kraft an den Eisencylinder und heben und bringen ihn nach oben. Da mag er schwimmen! Wie stark sind denn die Wassertropfen, wieviel gehören dazu, um einen Körper zu heben? Es kommt auf den Umfang des Körpers an und auf sein Gewicht, oder genauer, auf das Verhältniß seines Umfangs zu seinem Gewichte. So groß sein Umfang ist, eine eben so große Wassermenge verdrängt er; wenn nun sein ganzes Gewicht gerade so viel beträgt, als das Gewicht des Wassers, das er verdrängt, dann ist Gewicht gegen Gewicht, Kraft gegen Kraft, sie sind beide gleich und keiner kann dem andern etwas anhaben; der Körper wird im Wasser genau an der Stelle bleiben, wohin man ihn bringt, oben, unten, in der Mitte; er wird nicht sinken, nicht steigen. Es ist freilich selten, daß ein Körper genau so schwer ist, als eine ihm an Umfang gleiche Wassermenge; doch kann man durch Zusammensetzung solchen Körper leicht herstellen, die sogenannten karthesianischen Taucher sind auch ein Beispiel dazu.

Wenn nun aber die Wassertheile, die verdrängt werden, ein wenig schwerer sind als der Körper, dann haben sie

Digitized by Google

das Uebergewicht und fahren mit ihm hinauf in die Oberwelt, sie drücken ihn hinauf, bis er oben schwimmt und ein Stück aus dem Wasser hinaussteigt, so daß er nun nicht mehr so viel Wasser verdrängt. Nun wissen wir auch, wie viel der Körper im Wasser, wenn ihn das Wasser auch nicht nach oben hin heben kann, von seinem Gewicht verliert; nehmlich gerade so viel als das Wasser wiegt, das er aus der Stelle verdrängt.

Mit der Luft ist es nun ebenso; Wasser und Luft sind darin nahe Vettern, nur daß die Luft schwächer ist. Aber das Gesetz ist dasselbe, nehmlich: Ein Körper in der Luft verliert von seinem Gewichte so viel, als das Gewicht der Luft beträgt, die er verdrängt. Wenn nun ein Körper schwerer ist, als eine ihm an Umfang gleiche Menge Luft, so wird durch den Luftdruck nur ein Theil seines Gewichtes aufgehoben; mit dem Ueberschuß seines Gewichts wird er nach unten hin festgehalten. Wenn aber ein Körper leichter ist als eine ihm an Umfang gleiche Luftmenge, so kann er dem Druck der Luft von unten nach oben nicht genug Widerstand leisten und wird von der Luft aufgehoben, wie ein leichter Körper im Wasser.

Nur in etwas ist ein Unterschied zwischen Wasser und Luft; das Wasser ist in allen Tiefen ziemlich von demselben Gewicht. Füllt man eine Flasche in der Tiefe des Meeres mit Wasser und füllt eine eben so große auf der Oberfläche des Meeres, so wird in dem Gewicht beider Wassermengen ein kaum merklicher Unterschied sein. Denn das Wasser ist äußerst wenig zusammendrückbar; das Wasser in der Tiefe, worauf alles obere Wasser drückt, beugt darunter seinen stolzen Nacken nicht; es leistet Widerstand und wird dadurch wenig zusammengedrückt, also auch wenig dichter als das obere. Mit der Luft ist es anders; sie ist

Digitized by Google

ſehr fügſam und giebt nach; die untern Luftſchichten ſind daher von den oben aufliegenden mehr zuſammengedrückt; ſie haben 10 Meilen hoch Luft über ſich. Unter dieſem Druck ſeufzen ſie, die Theilchen drängen ſich enger an einander, ſo daß in einem Kubikfuß unterer Luft mehr Lufttheile als in einem Kubikfuß oberer Luft ſind; die untere Luft iſt daher ſchwerer. So kann es kommen, daß ein Körper, etwa ein Luftballon, unten leichter iſt als eine gleiche Menge Luft, er wird in die Höhe getrieben; je höher er aber kommt, deſto mehr kommt er in immer leichtere Luftſchichten, ſo endlich in eine, die ihm ſpecifiſch gleich ſchwer iſt. Nun kann er nicht höher ſteigen, er wird dort ſchweben mitten im Luftmeer, weder ſteigen, noch fallen. Nur inſofern die Luft ſelber in Bewegung iſt, wird er an dieſer Bewegung theilnehmen; ſonſt wird er zu einem Fallen oder Steigen nur durch künſtliche Mittel, die wir nachher werden kennen lernen, zu bringen ſein. Wäre das nicht ſo, wäre es wie beim Waſſer, dann ſtände es mit der Luftſchifffahrt noch viel ſchlimmer, als es ſchon iſt. Denn wenn im Waſſer ein Körper von dem Waſſer gehoben wird, dann wird er ohne viele Umſtände gleich bis oben hin an die Oberfläche des Waſſers gebracht; von einem Steigen blos bis zu einer gewiſſen Höhe iſt da nicht die Rede, weil eben das Waſſer oben und unten gleich ſchwer iſt. Wären nun die Luftſchichten auch alle von gleicher Schwere, ſo müßte ein Ballon, wenn er einmal ſteigt, auch gleich bis zur Oberfläche des Luftmeeres ſteigen, alſo etwa mindeſtens 10 Meilen hoch, wo ein Menſch wegen Luftmangel und Kälte nicht eine Minute leben könnte. So ſchlimm ſteht es nun mit der Luftſchifffahrt glücklicher Weiſe nicht; wie weit man es aber darin gebracht hat, das werden wir nun weiter an der Geſchichte derſelben kennen lernen.

Digitized by Google

Wir sagten vorher, die Kunst der Luftschifffahrt sei noch jung; allerdings, nehmlich die, durch welche Menschen Luftreisen machen können. Sonst ist sie die älteste Kunst der Erde; andere Dinge haben von jeher Luftfahrten gemacht und machen sie noch alle Tage. So der Rauch, die Dünste, die Wolken, Schillers Segler der Lüfte. Die Wolken sind namentlich wunderliche Subjecte, wahre Gespenster, die sich alle Augenblicke selber vernichten und wieder bilden. Sie bestehen aus Wasserbläschen, die sich oben in der Luft aus dem Wassergas bilden; wenn sie sich so vollständig gebildet haben, sind sie schwerer als die Luft und fangen nun an zu sinken. Dabei kommen sie aber in tiefere wärmere Luftschichten; hier lösen sie sich in Folge der Wärme wieder in Gas auf und steigen nun wieder in die Höhe. In der obern kälteren Luft werden sie wieder zu Wasserbläschen und beginnen wieder zu sinken. So besteht die Wolke aus zahllosen kleinen Luftballons, den Wasserbläschen, die auf- und niedersteigen und dabei entstehen und vergehen. Eine größere Nachahmung dieser Wasserbläschen sind die Seifenblasen, mit denen die Kinder ihr buntes Spiel treiben. Das sind die ersten künstlichen Luftballons, und es ist eigentlich zum Verwundern, daß man dadurch nicht schon früher auf die Herstellung der Luftballons geführt worden ist. Aber es wird eben so Vieles gedankenlos getrieben, ohne daß man dem Grunde nachforscht. So fahren auch jetzt Tausende mit dem Dampfwagen und empfangen und befördern telegraphische Depeschen, ohne sich irgendwie darum zu kümmern, was für Kräfte und wie sie dabei wirken. So haben wohl auch die Meisten ihre Freude an den Seifenblasen gehabt, aber vielleicht nur sehr Wenige haben nach dem Grunde dieser

Digitized by Google

Erſcheinung gefragt, was denn die Seifenblaſen leichter als die Luft mache, daß ſie aufſteigen können, und warum denn doch die Freude ſo kurze Zeit dauere, und dieſe kleinen Ballons bald nieder ſinken. Und wohl noch Wenigere ſind dahinter gekommen, daß es die aus den Lungen warm ausgeblaſene und darum verdünnte Luft ſei, welche die Blaſen ſteigen macht, und daß dieſe Luft dann nach bald erfolgter Abkühlung wieder ſchwerer wird und ſo das Sinken der Blaſe veranlaßt.

Und doch war es gerade die Verdünnung der Luft durch Wärme, welche die erſte Herſtellung der Luftballons oder Aëroſtaten herbeiführte; die erſten waren eben auch nur ſolche mit erwärmter Luft gefüllte Blaſen oder Hüllen in größerem Maaßſtabe. Es waren die Gebrüder Montgolfier, Papierfabrikanten in Annonay bei Lyon, denen zuerſt die Herſtellung eines wirklichen Luftballons gelang, nachdem man in der jüngſten Zeit vorher unter den Phyſikern allerdings ſchon über die Principien der mehrfach angeſtrebten Luftſchifffahrt zu größerer Klarheit gekommen war. Die Gebrüder Montgolfier kamen nach mehrfachen vergeblichen Verſuchen auf den Gedanken, in einem leichten hohlen Körper die Luft durch Wärme zu verdünnen; zu dieſem Zweck machten ſie eine hohle Kugel von Papier, hielten ſie mit einer untern Oeffnung über Feuer, um die Luft darin zu verdünnen, und hatten bald die Freude, daß die Kugel in die Höhe ſtieg. Dies ermuthigte ſie zu größeren Verſuchen, ſie ſtellten Ballons von Wachstaffet kugel- oder birnenförmig her und ſahen ſich in ihren Bemühungen mit glücklichem Erfolge belohnt. Nun machten ſie den erſten öffentlichen Verſuch; am 5. Juli 1783 zu Annonay ließen ſie einen Ballon von 110 Fuß im Umfang ſteigen; er wog

Digitized by Google

ohne die Luft darin 500 Pfund, der untere Theil war offen und in einiger Entfernung darunter war ein Drahtkorb angebracht, in welchem ein Feuer brannte und die Luft im Ballon erwärmte und ausdehnte. Er stieg sehr schnell und erreichte eine Höhe von 6000 Fuß; darauf, nachdem das Feuer ausgebrannt und die Luft im Ballon wieder erkaltet war, sank er allmählig wieder zur Erde. Diese Art der Ballons, in denen die Luft durch Wärme verdünnt wird, werden Montgolfieren genannt.

Bald darauf kam Charles, Professor der Physik in Paris, auf den Gedanken, einen Aërostaten mit Wasserstoffgas zu füllen, anstatt darin die Luft durch Feuer zu verdünnen. Dieses Gas, das auch in den bekannten Platina-Zündmaschinen durch Zink und verdünnte Schwefelsäure hergestellt wird und sehr brennbar ist, ist in reinem Zustande etwa 14 Mal leichter als die atmosphärische Luft und daher zur Füllung eines Ballons sehr geeignet. Aber die Herstellung in reinem Zustande ist sehr theuer. Charles bediente sich eines unreineren Wasserstoffgases, das er aus Schwefelsäure und Eisen gewann und das freilich nur gegen 6 Mal leichter als atmosphärische Luft war, doch immerhin noch leicht genug zur Füllung, aber auch noch viel theurer und umständlicher als die Herstellung der leichten Luft durch Feuer. Er fertigte zuerst einen Ballon von luftdichtem Taffet und von 12 Fuß Durchmesser an, der mit solchem Gase gefüllt und dann verschlossen wurde. Dieser Ballon stieg den 27. August 1783 in Paris auf, in zwei Minuten erreichte er eine Höhe von 3000 Fuß und kam dann nach einer kleinen Stunde drei Meilen von der Stadt wieder zur Erde. Ballons dieser Art werden Charlieren genannt.

In der ersten Zeit wurden der geringeren Kosten wegen

Digitized by Google

doch noch viele Luftschifffahrten mit Montgolfieren gemacht; doch die größere Gefahr hat sie nachher allmählig verdrängt, und jetzt, wo in allen größeren Städten eine billige Füllung mit Leuchtgas zu haben ist, werden nur noch Charlieren angewendet.

Doch fahren wir in der Geschichte fort. Der jüngere Montgelfier ließ nun zu Versailles einen Ballon steigen, woran ein Käfig mit einem Hammel, einer Ente und einem Hahn befestigt war. Diese drei Genossen machten die wunderbare Fahrt in aller Gemüthlichkeit; sie hatten freilich keine Ahnung von der welthistorischen Bedeutung, die sie in dieser Stunde erlangten, und auch nicht einmal von der Gefahr, in die man sie hineingesendet hatte; sie verhielten sich so ruhig, als ob sie zusammen auf ihrem Wirthschaftshofe wären, und gaben sich so ganz der Hauptthätigkeit ihres Lebens hin, daß wenigstens der Hammel, als sie nach acht Minuten aus einer Höhe von 1400 Fuß wohlbehalten wieder zur Erde kamen, behaglich fressend angetroffen wurde. Nach diesem gelungenen Versuch wagte es Montgolfier mit seinem Freunde Pilatre de Rozier, Vorsteher des Museums in Paris, selbst eine Luftreise zu unternehmen. Doch ließen sie noch den Ballon an Stricken halten und ließen sich nach wenigen Minuten, in denen sie immerhin eine Höhe von 300 Fuß erreicht hatten, wieder zur Erde niederziehen.

Nun schien Alles genug vorbereitet, um eine wirkliche, freie Luftreise unternehmen zu können. Rozier entschloß sich dazu mit dem Marquis d'Arlandes; in einem fester construirten Ballon, zu dessen Luftverdünnung man acht Minuten gebraucht hatte, stiegen beide im Angesicht einer unzähligen Menschenmenge am 21. November 1783 vom Schlosse la Muette auf. Zuerst ereignete sich noch ein

Digitized by Google

Umstand, der Manchen als eine schlimme Vorbedeutung von dem Versuch abgehalten hätte; es wurden nehmlich, als der Ballon steigen sollte, die Stricke nicht schnell genug losgelassen, so daß in Folge davon der Ballon einen Riß bekam. Indeß die kühnen Schiffer ließen sich dadurch nicht abhalten, der Schade wurde schnell ausgebessert und dann die Fahrt unternommen. Sie stiegen bald so hoch, daß die Menschenmenge ihren Blicken entschwand; der Wind trieb sie über Paris und die Seine fort; Arlandes war in den herrlichen Anblick, der sich seinen Blicken darbot, so versunken, daß er seines Amtes, das Feuer durch Strohwische zu unterhalten, ganz vergaß. Von Rozier daran erinnert, that er nun des Guten zu viel, so daß in Folge der starken Hitze sich der Ballon plötzlich mit reißender Schnelligkeit erhob. Ein Krachen, das sich am Ballon vernehmen ließ und das sich bald wiederholte, dazu ein sonderbares Auf- und Niederschwanken des Ballons erregte doch ihre Besorgniß; und da überdies das Feuer schon mehrere Löcher in den Ballon gebrannt und auch schon ihre Gondel beschädigt hatte, so hielten sie es für gerathen, das Feuer zu dämpfen und sich niederzulassen. Durch geschickte Regulirung des Feuers gelang es ihnen, beim Landen auf dem Erdboden die ungünstigen Stellen zu vermeiden. Nach 25 Minuten betraten sie, 1¼ Meile von dem Ort ihrer Ausfahrt entfernt, glücklich wieder die Erde. Nur Rozier kam beim Aussteigen in Gefahr, indem sein Rock vom Feuer ergriffen wurde; er rettete sich, indem er den Rock rasch von sich warf; das Volk bemächtigte sich desselben und bewahrte die Stücke davon als Reliquie. Arlandes wurde im Triumphzuge zur Stadt geführt.

Diese glückliche Fahrt mit einer Montgolfiere trieb nun den Professor Charles an, auch seinen Ballon und die

Digitized by Google

Füllung desſelben zu verbeſſern, um ebenfalls eine Reiſe unternehmen zu können. Schon wenige Tage darauf, am 1. December 1783, ſtieg er in Begleitung von Robert mit einem mit Waſſerſtoffgas gefüllten Ballon von 26 Fuß Durchmeſſer aus dem Hofe der Tuilerien in Paris auf. Natürlich war ganz Paris in Bewegung. Auch dieſe Reiſe lief glücklich ab, und beide Arten der Aëroſtaten hatten nun ihr Examen gut beſtanden, um zahlreichen Nachahmern zu immer erneuerten Verſuchen übergeben zu werden. Charles und Robert erreichten bei ihrer Reiſe eine Höhe von 2000 Fuß; da der Stoff des Ballons nicht dicht genug war und Gas ausſtrömen ließ, ſo war ſeine Steigkraft nicht ſo groß, um bei ſolcher Belaſtung eine größere Höhe in dünnere Luftſchichten hinein erreichen zu können. Ihre Fahrt dauerte 2¼ Stunde; ſie kamen in einer Entfernung von 5 Meilen bei Nesle zur Erde. Aber der Ballon wollte ihnen noch ein Experiment vormachen, um ihnen die Principien der Luftſchifffahrt, von denen ſie ausgegangen waren, zu beſtätigen; er wollte ihnen zeigen, daß ſeine Steigkraft in dem richtig berechneten Verhältniß zu ſeiner Belaſtung ſtehe. So benutzte er denn den Moment, wo er durch die Entfernung Robert's, der beim Anlanden haſtig ausſtieg, um etwa 140 Pfund leichter geworden war, und ſtieg mit Charles allein abermals und nun mit furchtbarer Schnelligkeit bis zu einer Höhe von 9200 Fuß auf. Die Sonne war ſchon untergegangen, aber Charles war ihr nachgeeilt und holte ſie glücklich ein; er ſah ſie wieder und ſah ſie zum zweitenmal untergehn. Finſterniß bedeckte das Erdreich, aber der Ballon erglänzte im goldnen Schein der Sonne. Nach einer halben Stunde landete Charles von ſeiner zweiten Auffahrt glücklich auf einem Brachfelde.

Ehe wir nun fortfahren, die merkwürdigſten der vielen

Digitized by Google

Luftreisen, die hierauf unternommen wurden, vor unseren Augen vorüber zu führen, wollen wir doch erst einen Blick auf die Aëroſtaten selbst richten, um ihre Einrichtung und auch die Hindernisse, mit denen sie zu kämpfen haben, näher kennen zu lernen.

Unter dem Ballon hängt an Stricken eine leichte Gondel für zwei bis sechs Menschen, auf viele Bequemlichkeit ist dabei nicht gerechnet, der Raum ist theuer und man muß sich einrichten, denn große Lasten vermag der Ballon auf seiner Reise nicht mit sich zu führen. Kommt es noch einmal zu regelmäßigen Fahrten, so kann doch Freipäck nicht bewilligt werden und vielleicht muß, um das Fahrgeld zu bestimmen, der Passagier sich erst einer Wägung unterziehen, wie der Jockey beim Pferdewettrennen. So nothwendig es ist, daß der Luftschiffer immer den Kopf oben behalte, wie man sprichwörtlich Muth und Geistesgegenwart bezeichnet, Eigenschaften, die hier ganz besonders erfordert werden, eben so nothwendig ist es auch, daß er mit seiner Gondel immer unten bleibt, immer senkrecht unter dem Ballon. Dazu muß der Schwerpunkt des ganzen Apparates in der Gondel liegen und darf auch bei eintretender Veränderung der Lage des Schwerpunkts, die ja durch Auswerfen des Ballastes, wie durch größeres oder geringeres Anschwellen des Ballons herbeigeführt wird, höchstens nur um ein Weniges über die Gondel hinaustreten. Sonst kommt der Ballon leicht in Schwankungen und in eine schiefe Lage, und die Passagiere könnten mittelst einer schnellern Fahrt unten anlangen, als ihren Gliedern erwünscht wäre. Die Gefahr ist selbst bei der richtigen Lage des Schwerpunkts nicht ganz beseitigt. Bei ruhiger Luft ist man wohl sicher; aber wenn heftige Windstöße kommen, so sind die beiden Theile, Ballon und Gondel, nicht in

Digitized by Google

gleicher Weise gegen den hinterlistigen Angriff gerüstet; der eine leistet mehr, der andre weniger Widerstand, sie kommen aus dem richtigen Verhältniß zu einander, der eine wird weiter fortgestoßen als der andere, und so kommt es denn zu Schwankungen der Gondel, die den Passagier auch über Bord werfen können. Mitunter fällt es dem Ballon auch ein, eine Erdkugel im Kleinen darstellen zu wollen und die Rotation derselben um ihre Achse nachzuahmen; dabei wird dann die Gondel, die nicht gelernt hat, sich als Kreisel gebrauchen zu lassen, widerhaarig, und der Luftschiffer hat seine Noth, die beiden verneinigten Theile seines Luftungethüms wieder in Harmonie zu bringen.

Der Ballon selbst, der meist aus Leinwand oder Taffent, beide durch einen Gummifirniß luftdicht gemacht, angefertigt ist, ist zur größeren Festigkeit mit einem Netz aus Seilen überspannt. An diesem Netz sind auch zum Theil die Stricke befestigt, welche die gewöhnlich aus Weidenruthen geflochtene Gondel tragen. Die Montgolfieren haben natürlich eine etwas andere Einrichtung als die Charlieren. Die ersteren müssen ja unten eine Oeffnung haben, die gewöhnlich den fünften Theil des Ballondurchmessers beträgt. An dieser Oeffnung ist ein etwa 6 Fuß hoher Hals, in welchem unten das metallne Gefäß für die Feuerung hängt. Diese wird durch kurzes Stroh, Wolle u. dgl. oder auch durch Spiritus unterhalten und kann von der Gondel aus geregelt werden. Um den Stoff mehr gegen ein Anbrennen zu schützen, wird er in einer Lösung von Alaun oder Salmiak und Kalk getränkt, oder auch der Ballon innen mit einer Erdfarbe bestrichen. Die Charlieren sind geschlossen und endigen unten mit einem verschließbaren Schlauch, durch welchen das leichte Gas zur Füllung einströmen kann. Die übrige Einrichtung ist wie bei den

Digitized by Google

Montgolfieren, nur daß noch zu einem besonderen Gebrauch, von dem gleich die Rede sein wird, ein Paar Klappen angebracht sind.

Es ist nothwendig, daß der Luftschiffer sein Fahrzeug nach Belieben steigen und wieder sinken lassen kann. Wir wollen sehen, wie weit ihm dazu die Mittel geboten und die Grenzen gesteckt sind. Sehr vielen Spielraum kann er seinem Belieben nicht lassen. Bei den Montgolfieren muß es das Feuer thun; denn die erwärmte und dadurch verdünnte Luft im Innern des Ballons würde sich, besonders in den oberen kälteren Luftschichten, bald abkühlen und wieder verdichten. Es muß daher das Feuer das Geschäft der Luftverdünnung unausgesetzt betreiben. Läßt das Feuer nach, so wird die eingeschlossene Luft kälter und schwerer und der Ballon sinkt. Der Luftschiffer hat es also durch Dämpfung des Feuers in seiner Hand, den Ballon sinken und eben so durch Verstärkung desselben ihn wieder steigen zu lassen. Nun könnte es scheinen, als ob dadurch der Montfolfiere eine unendliche Steigekraft gegeben wäre; man brauchte ja nur, in je höhere und dünnere Luftschichten man kommt, das Feuer immer mehr zu verstärken, um den äußeren Luftschichten entsprechend die Luft im Innern des Ballons zu verdünnen und so den Ballon immer leichter zu machen. Aber wie dafür gesorgt ist, daß die Bäume nicht in den Himmel wachsen, so ist auch hier ein Riegel vorgeschoben. Zunächst müssen wir erwägen, daß der Ballon bei seinem Aufsteigen schon ganz aufgeblasen ist, also seinen Umfang, sein Volumen nicht mehr vergrößern kann; denn die erwärmte Luft muß ja so viel Spannkraft erlangt haben, daß sie der äußeren Luft, der ja sonst durch die Oeffnung der Zutrit immer frei steht, Widerstand leistet; mit dieser Spannkraft bläht sie auch den Ballon auf. Wenn

Digitized by Google

die Montgolfiere nun in höhere Schichten kommt, so kann ihr Gewicht im Verhältniß zu einem gleich großen Volumen Luft, worauf doch die Steigekraft beruht, nicht dadurch vermindert werden, daß ihr Umfang sich vergrößert, sondern nur dadurch, daß die Luft in ihr immer mehr verdünnt wird. Wir werden gleich sehen, wie das bei den Charlieren ganz anders ist. Der Grad der Luftverdünnung durch Erwärmung hält aber nicht Schritt mit der Luftverdünnung, die in den höheren Schichten sich findet. Die mehr erwärmte und dadurch ausgedehnte Luft kann den Ballon nicht größer aufblasen, sonst wäre schon geholfen, sondern sie strömt durch die Oeffnung aus dem Ballon heraus in die äußere dünne Luft, die wenig Widerstand bieten kann. Dabei wird aber die innere Luft doch nicht so verdünnt, daß sie immer noch viel leichter würde, als die Luft der oberen Schichten; der Ballon kommt endlich in so dünne Luft, daß die Luft im Ballon, ohne die Hitze bis zum Verbrennen desselben zu steigern, nicht noch mehr als jene verdünnt werden kann. Und dann hat die Steigekraft ein Ende; der Ballon hat den Gipfel seiner Höhe erreicht und muß wieder die Fahrt abwärts antreten.

Mit den Charlieren ist es anders, sie haben auch ihren Hemmschuh, aber hier liegt er nicht in der Unmöglichkeit, die Luft, die ihn füllt, genügend zu verdünnen, sondern darin, daß seine Hülle nicht dehnbar genug ist und es nicht sein kann. Hier wird nehmlich der Ballon, sobald seine Füllung vollendet ist, geschlossen; es kann nun weder Luft hinaus noch hinein, sein absolutes Gewicht bleibt also unverändert, während das der Montgolfiere bei größerer Luftverdünnung durch die Wärme geringer wird, indem ein Theil der dadurch ausgedehnten Luft aus dem Ballon ausströmt. Aber das specifische Gewicht der Char-

Digitized by Google

liere, nehmlich ihr Gewicht im Verhältniß zu ihrem Umfang oder zu einem gleich großen Volumen der äußern Luft, verändert sich, denn das Volumen des Ballons selber ist veränderlich. Sobald nehmlich der Ballon in dünnere Luftschichten kommt, findet das Gas in ihm nicht mehr so großen äußern Gegendruck wie in der untern dichteren Luft; es dehnt sich daher mehr aus, aber ausfließen kann es nicht wie bei der Montgolfiere, denn es ist keine Oeffnung dazu da; so wird es denn den Ballon mehr aufblasen. Hätte man nun unten bei der Abfahrt den Ballon schon ganz gefüllt gehabt, so würde er nun, wenn er nicht von sehr dehnbarem Stoff ist, bald platzen. Eben darum füllt man ihn unten bei weitem nicht ganz; will man etwa eine Meile hoch mit ihm aufsteigen, so wird er nur halb gefüllt. Nun ist Raum zum Ausdehnen; je höher der Ballon kommt, desto mehr schwillt er an, desto größer wird also sein Volumen. Da aber sein absolutes Gewicht dasselbe bleibt, sein Umfang aber größer wird, so wird sein specifisches Gewicht immer geringer, d. h. er wiegt immer weniger im Verhältniß zu der Luftmenge, die er verdrängt, da letztere immer größer wird. Es ist gerade so wie mit dem Eisenscheit im Wasser, aus dem nachher ein großer Cylinder gemacht ist. Nun kann der Ballon in immer höhere Luftschichten kommen; je weniger er durch die dünne Luft außen behindert wird, desto mehr bläht er sich auf, desto specifisch leichter wird er. Die Montgolfiere kann sich nicht mehr aufblähen, denn sobald sich ihre Luft wieder ausdehnt, so fließt sie aus der Oeffnung aus. Endlich erreicht aber die Charliere auch ihre Grenze, nehmlich wenn der Ballon nun vollständig aufgeblasen ist und nicht mehr größer werden kann. Wäre seine Hülle von einem Stoff, der unendlich dehnbar wäre und sich auch so leicht ausdehnte,

Digitized by Google

daß auch das sehr verdünnte Gas in ihm Kraft genug hätte, um diese Dehnung zu bewirken, dann wäre seine Steigkraft ohne Ende und er könnte bis zur Oberfläche des Luftmeers aufsteigen. Aber solchen Stoff giebt es nicht. Man hat in neuerer Zeit als Spielwerk für Kinder kleine mit Wasserstoffgas gefüllte Ballons von Gummi. Dieser Stoff ist dehnbar, aber doch haben diese Ballons nur geringe Steigekraft, denn das Wasserstoffgas ist schon durch starken Druck hineingepreßt, um dem Ballon die nöthige Größe zu geben. Eine weitere Ausdehnung, wenn er dabei überhaupt nicht platzt, könnte nur durch einen stärkeren Druck bewirkt werden, als die Ausdehnsamkeit des eingeschlossenen Gases hervorbringen kann; sonst würden diese Ballons allerdings sehr hoch steigen. — Ist nun in den obern Schichten die Charliere vollständig aufgeblasen, so sind zwei Fälle möglich; der eine Fall, daß das eingeschlossene Gas noch Spannkraft genug hat, um den Druck der Hülle zu überwinden. Dann nimmt die Sache einen traurigen Ausgang, wenn man dem drängenden Gase nicht rechtzeitig freien Abzug verschaffen kann; denn dann platzt der Ballon und kann dann eine sehr schnelle Fahrt nach unten machen. Hat man aber unten den Ballon nur schwach gefüllt, so hat nachher bei vollständiger Aufblähung das Gas nicht mehr Kraft genug, seine Hülle zu zersprengen. Dann tritt der andere Fall ein; der Ballon bleibt in der erreichten Höhe schweben, bis andere Umstände seine Steigkraft vermindern. Dies geschieht gewöhnlich dadurch, daß der Stoff der Hülle doch nicht luftdicht genug ist, und daß dann das Gas allmählig durchdringt.

Aber wie kann nun der Luftschiffer, der mit einer Charliere reist, ein beliebiges Steigen und Sinken bewirken? Das Verstärken und Löschen des Feuers steht ihm nicht zu

Digitized by Google

Gebote wie bei der Montgolfiere. Dazu sind eben ein Paar Klappen in seinem Ballon angebracht, die durch eine Feder angedrückt werden und durch ein Seil, das zur Gondel hinabreicht, geöffnet werden können. Will nun der Luftschiffer sich mit dem Ballon senken, so öffnet er eine der Klappen; Gas strömt nun aus und atmosphärische Luft hinein und der Ballon wird schwerer. Aber wenn er nun steigen will? Das Gas, das er hinausgelassen hat, bekommt er nicht wieder. So muß er den ganzen Apparat leichter machen und etwas aus der Gondel hinauswerfen. Dazu nimmt er Ballast mit, Sand in kleinen Säcken. Wirft er einen derselben über Bord oder entleert ihn seines Inhaltes, so ist der Ballon für diese Erleichterung seiner Last gleich dankbar und steigt wieder höher. Soll es wieder abwärts gehen, so wird wieder einmal auf kurze Zeit eine Klappe geöffnet, und um zu steigen wieder ein Sandsack geleert. So könnte das abwechselnd fortgehen; aber woher sollen zuletzt alle Sandsäcke kommen! Ein Uebermaaß von Ballast darf man überhaupt nicht mitnehmen; so muß man denn damit sehr sparsam umgehen, zumal man den Ballast auch sonst noch nothwendig braucht. Durch das Oeffnen der Klappe wird ja die Steigekraft des Ballons überhaupt vermindert. Will man nun nachher den festen Erdboden wieder erreichen, so muß man immer mehr Gas auslassen. Kommt dann der Ballon nach unten in die dichtere Luft und er wird dort mehr zusammengedrückt, so würde er bald zu schnell fallen, wenn man ihn nicht von Zeit zu Zeit durch Auswerfen von Ballast erleichtern könnte. Besonders wenn man landen will, muß man zuletzt noch dies Experiment machen können, um nicht so gar unsanft ans Land zu kommen. So bleibt also dem Luftschiffer kein gar großer Spielraum für sein Steigen und Fallen.

Digitized by Google

Bei größeren Reisen müßte man öfters Station machen und unten wieder Gas und Ballast einnehmen. Die Dampfschiffe und Locomotiven müssen ja auch Haltepunkte haben, um sich mit Kohlen und mit Wasser zu versorgen. Dies Hinderniß wäre nicht zu groß und ließe sich schon überwinden. Kann man doch bei günstigen Umständen, selbst ohne Station zu nehmen, recht bedeutende Reisen machen. So kam am Abend des 17. Decembers 1804 ein Ballon in der Nähe von Rom an, der am Abend vorher in Paris aufgestiegen war und also in 24 Stunden eine Reise von 200 Meilen über Alpen und Apeninen zurückgelegt hatte. Solche Resultate reizen dann immer zu neuen Versuchen, und wenn man sich den Gedanken recht ausmalt, mit solcher Geschwindigkeit über hohe Gebirge hinwegzuschiffen, so findet man es natürlich, daß man immer von Neuem darauf sinnt, in die Luftschifffahrt mehr Sicherheit zu bringen, und sie praktischen Zwecken dienstbar zu machen. Leider sind noch andre Hindernisse, zu deren Ueberwindung bis jetzt noch wenig Aussicht ist.

Eine große, wenn auch noch nicht die größte Schwierigkeit bietet das Anlanden auf dem Erdboden dar. Man bedient sich dazu eines eisernen Ankers, der an einer leichten aber recht festen Schnur von Seide aus der Gondel herabgelassen wird, um sich in das Land einzuhaken. Aber wenn er nur immer so gefällig wäre, dies zu thun! Glückt es dem Luftschiffer auch, ein passendes Feld zu finden, um sich niederzulassen und den Anker auszuwerfen, so greift dieser doch nicht immer gleich ein und schleift dann wohl einige Zeit auf dem Felde fort. Wie bald hat sich dann das Terrain unter dem Ballon verändert; es kommen Gärten, Hecken, Häuser, Wald. Der Anker haftet hier und dort und wird wieder losgerissen, der Ballon ist bis nahe

Digitized by Google

zur Erde gekommen und findet doch keinen Halt und wird nun auch über die mannigfachsten Gegenstände hinweggeschleift. Daß ein solches Schleifen und Anschlagen eben nicht zur besonderen Belustigung der Passagiere dient und nicht immer ohne bedeutende Verletzungen, Quetschungen und diverse Knochenbrüche abgeht, ist wohl an sich klar. Es hat dies schon in den ersten Zeiten der Luftschifffahrt Manchem die Reiselust benommen, und gerade in der neuesten Zeit hat dieser Umstand wieder viel Unheil gebracht. Wir werden später davon noch erzählen.

Das größte Hinderniß einer gedeihlichen Anwendung der Luftschifffahrt liegt aber bis jetzt doch in der Schwierigkeit oder vielmehr in der Unmöglichkeit, den Ballon in horizontaler Richtung beliebig zu lenken. Was helfen uns die muthigsten und schnellsten Rosse, wenn sie sich nicht lenken lassen, wenn sie nach ihrer Lust mit uns nach einer Richtung hinlaufen, die vielleicht derjenigen, die wir einschlagen wollen, gerade entgegengesetzt ist! Und so steht es mit dem Luftballon; man kann mit ihm nicht hinschiffen, wohin man will, sondern nur wohin gerade der Wind, der bekanntlich sehr launenhaft ist, uns hintreibt. Der Seefahrer hat über den Wind, wenn dieser nicht zu sehr in Wuth geräth, die Herrschaft gewonnen; er hat Mittel gefunden, sich auch einen widrigen Wind unterthänig zu machen und ihn zur Hülfsleistung bei der Fahrt in einer vom Seefahrer bestimmten Richtung zu zwingen. Der Luftschiffer hat solche Herrschaft nicht, er bleibt mit seinem Ballon ein Spielball des Windes. Ihm steht nicht ein zweites, dichteres Element zur Seite. Der Seefahrer hat das Wasser, das sich mit ihm gegen den Wind verbündet; in diesem findet er mit seinem Steuerruder einen Widerstand, einen Anhalt, der stark genug ist, um seinem Schiffe auch gegen die Macht

Digitized by Google

des Windes einen feſten Stand, eine beſtimmte Richtung zu geben. Der Luftſchiffer iſt nur in einem Element, und zwar in einem ſehr dünnen, das ihm keinen Anhalt bietet. Wenn die ſtarke Bewegnng der Luft ihn fortreißt, ſo kann er ſich nicht in der Luft ſelber dagegen ſtemmen. Man müßte denn im Stande ſein, ſich eine ſehr große Menge Luft zum Widerſtand dienſtbar zu machen. Das könnte nur mit flügelartigem Steuerruder geſchehen, das eine ſehr große Ausdehnung hätte, um ſich gegen eine große Luftmenge anſtemmen zu können. Aber wie ſoll man das regieren, welch' eine große Kraft gehörte dazu und wo hätte man in dem leichten Fahrzeug und in dem dünnen Element einen Anhalt dazu? Den Hebel hätte man dann allenfalls, aber noch nicht den Stützpunkt, wo man ihn anſetzt. Und dann, welch ein großes Gewicht müßte ſolch' ausgedehntes Steuerruder haben! Und wir haben ſchon geſehen, daß ein Luftſchiff gerade gegen Belaſtung ſehr empfindlich iſt. Und überdies müßte das Steuer doch an dem Ballon angebracht ſein und nicht an der Gondel. Der erſtere bekäme dann wohl oft eine Richtung oder eine Schwenkung, welche die frei daran hängende Gondel nicht mit macht; ſo wäre wieder die unheilvollſte Disharmonie geſchaffen. Bis jetzt iſt es noch nicht gelungen, eine Vorrichtung zum ſicheren Lenken der Luftballons zu erfinden, ſo viel man es auch durch Flügel, Segel, Ruder, Schaufelräder und dgl. den Vögeln hat nachthuen wollen, die freilich bei ihrem Schwimmen durch die Luft ganz andere Vortheile haben. Aber könnte man denn nicht die Vögel ſelber dazu verwenden? Wie man auf der feſten Erde Roſſe vor den Wagen ſpannt, könnte man nicht ſo auch durch ein Geſpann Adler dem Luftballon ſeine Richtung geben? Recht poetiſch müßte es ſein, wie ein Feenkönig, als ein

Digitized by Google

Oberon auf einem von Schwänen gezogenen Wagen durch die Luft zu fahren, oder als ein Phöbus Apollo mit einem Greifengespann vor einem vergoldeten Luftballon, daß er dem Sonnenwagen gliche, die Bahn am Himmelsgewölbe vom Aufgang zum Niedergang, von Aethiopien zu den Hesperiden, zu durchziehen. Wenn es dann nur nicht einmal solch' ein schlimmes Ende nimmt als mit Phaëton, als er die Thiere des Sonnenwagens nicht zu lenken verstand und so viel Unheil anrichtete! Poetisch wäre es, wenn es nur auch praktisch wäre; der Vorschlag ist ja allerdings auch in allem Ernste gemacht worden. Thörichte Vorschläge zu machen, gelingt manchmal den Gelehrten noch besser als den Ungelehrten. Wenn man auch ein passendes Zaumzeug erfände, um die Adler zu zwingen, dem Zügel zu gehorchen, was sollten sie doch gegen die Macht des Windes ausrichten, wenn es gälte, den mächtigen Ballon dem Winde entgegen zu ziehen, ja wenn sie ihm auch nur bei gänzlicher Windstille gegen den gewöhnlichen Druck der Luft eine bestimmte Richtung geben sollten. Sie haben eben vollkommen genug mit sich selber zu thun. Und wo bliebe dann auch ein Hauptvortheil der Luftschifffahrt, die Geschwindigkeit? Ein Adler thut es in der Geschwindigkeit zwar dem besten englischen Wettrenner zuvor und ist im Stande, in einer Secunde 95 Fuß zurückzulegen; aber das würde sich bald ändern, wenn er ein solches Ungethüm gegen den Luftdruck hinter sich herziehen sollte; er würde bald so langsam keuchen wie eine alte abgemagerte Mähre vor einem Sandwagen. Zuweilen könnte es auch geschehen, daß der Ballon, wenn ein günstiger Wind hinter ihm her käme, den Vogel überholte, so daß dieser nicht gleichen Schritt mit ihm halten könnte; wenn der Wind es etwa so eilig hätte, wie bei Garnerin's Fahrt von London aus

Digitized by Google

im Jahre 1802, wobei der Ballon in der Secunde 111 Fuß durchflog. Doch genug von dieser abenteuerlichen Idee. Die Lenkung des Ballons ist bis jetzt noch eine ungelöste Aufgabe. Das Einzige, was man thun kann, um in der Richtung nicht ganz der Laune des Windes preisgegeben zu sein, ist, daß man dem Winde, von dem man sich nicht will treiben lassen, aus dem Wege geht. Manchmal läßt sich das thun. Die Atmosphäre hat nehmlich in ihren verschiedenen Höhenschichten nicht immer gleiche Gedanken und Bestrebungen; während in der einen Schicht ein Westwind weht, kann in einer höhern oder tiefern Schicht ein Süd- oder Ostwind herrschen. Der Luftschiffer muß nun sehen, mit seinem Ballon in die Schicht zu kommen, deren Bewegungsrichtung ihm günstig ist. Dies kann er durch angemessenes Steigen- und Sinkenlassen des Ballons erreichen. Das Schlimme ist nur, daß die gewünschte Windrichtung doch nicht immer vorhanden ist, und daß durch öfteres Auf- und Niedersteigen des Ballons, wie wir gesehen haben, dessen Steigkraft bald erschöpft ist.

Darum hat man auch mancherlei versucht, um ein Steigen und Sinken des Ballons zu bewirken, ohne seine Steigkraft zu vermindern. Meusnier wollte es den Fischen nachmachen. Diese tragen bekanntlich eine Schwimmblase in sich, die sie durch einen Muskeldruck vergrößern oder verkleinern können; dadurch verändern sie auch das Volumen ihres Körpers, mithin auch ihr specifisches Gewicht und steigen demgemäß auf und nieder. Etwas Aehnliches brachte Meusnier in Vorschlag. Man sollte im Innern des Ballons noch einen kleineren gleichsam als Fischblase anbringen, diesen aber nicht auch mit Wasserstoffgas wie den großen sondern durch einen nach außen gehenden Schlauch vermittelst

Digitized by Google

eines Blasebalgs mit atmosphärischer Luft füllen oder wieder entleeren. Dadurch würde allerdings der ganze Apparat schwerer oder leichter gemacht werden können, ohne etwas von dem Wasserstoffgas zu verlieren. Andre haben später den Gedanken wieder aufgenommen, doch haben sich der Ausführung noch andre Hindernisse entgegengestellt. Rozier, der erste Luftschiffer, hatte noch einen anderen Gedanken, dessen Ausführung ihm aber das Leben kostete. Wir erzählen gleich unten davon, wenn wir in der Geschichte der Luftschifffahrt fortfahren.

Zuvor sei nur noch einer andern Schwierigkeit erwähnt. Wenn man es auch in seiner Gewalt hätte, den Ballon nach Belieben zu lenken, so würde man doch oft in die Verlegenheit kommen, nicht zu wissen, wohin man ihn richten soll. Man wäre im Luftmeere bei bedeutenden Höhen in der Lage wie auf dem Ocean vor Erfindung des Kompasses. Denn dort oben, wo so viele Verhältnisse sich ändern, läßt auch die Treue der Magnetnadel nach und sie hört auf, ihre Schuldigkeit zu thun. Es treten Schwankungen ein, und ihre Richtung ändert sich mit der Höhe. So weiß man bald nicht mehr, wohin man steuern soll. Und da man auch nicht, wie bei der Schifffahrt auf dem Ocean, Mittel hat, um zu erkennen, wie weit man sich in horizontaler Richtung fortbewegt hat, so wüßte man nie genau, wo man wäre, selbst wenn man auch noch den Erdboden im Gesicht behielte.

So ist denn noch gar Vieles zu überwinden, ehe die Luftschifffahrt in die Reihe der regelmäßigen Beförderungsmittel eintreten kann.

Wir fahren nun in der Geschichte der Luftschifffahrt weiter fort. Nachdem sowohl die Montgolfiere als die Charliere ihre erste Auffahrt glücklich zurückgelegt hatte,

Digitized by Google

folgten nun an verschiedenen Orten so viel Luftreisen auf einander, daß in wenig mehr als im Verlaufe eines Jahres schon 58 verschiedene Personen in 35 Fahrten aufgestiegen und ohne Unfall gelandet waren. Der erste, der nach jenen beiden Probefahrten eine Luftreise unternahm, war der Erfinder des Luftballons, einer der Gebrüder Montgolfier. Er hatte einen Ballon von einer Größe construirt, wie er selten wieder angefertigt worden ist, in der Höhe von 126, in der Breite von 104 Fuß Durchmesser und mit mehr als einer halben Million Kubikfuß Inhalt. Hiermit konnten mehr als zwei Personen aufsteigen, freilich so viel nicht, als etwa 30 Jahre vorher der Dominikaner Joseph Galien zu Avignon in seiner fruchtbaren Phantasie auf ein Luftschiff unterbringen wollte. Dieser hatte nehmlich die Idee, mittelst eines großartigen Behältnisses, das mit der dünnen Luft aus sehr hoher Region gefüllt werden sollte, eine ganze Armee nebst der nöthigen Kriegsmunition zu transportiren. Montgolfier machte bescheidnere Ansprüche; die Armee, die er mit seinem großen Ballon beförderte, bestand, ihn selbst eingerechnet, nur aus sechs Personen, unter denen außer ihm auch Rozier war. In der Zeit von einer Viertelstunde wurde der Ballon durch Anzünden von Reisig zum Steigen gebracht. Die Fahrt dauerte aber nicht lange; denn da der Ballon einen Riß bekam, mußten sie schleunig die Rückreise antreten und gelangten glücklich wieder auf den Erdboden. Blanchard war der erste, der aus der Luftschifffahrt ein Gewerbe machte, um der Menge gegen Zahlung von Geld ein amüsantes Schauspiel zu gewähren; er soll mehr als 60 Luftreisen gemacht haben. Eine derselben war dadurch merkwürdig, daß er dabei über den fünf deutsche Meilen breiten Kanal zwischen England und Frankreich fuhr. Er fuhr mit dem Amerikaner Dr.

Digitized by Google

Jeffries am 7. Januar 1785 von Dover ab und erreichte nach 2½ Stunde bei Calais glücklich den französischen Boden.

Pilatre de Rozier wollte diese Fahrt von Frankreich nach England machen. Hierbei führte er aber den schon vorher erwähnten Gedanken aus, dessen Opfer er wurde. Er wollte ein Mittel haben, um die Steigkraft der Charliere nicht durch Oeffnen der Klappe zu erschöpfen und um nicht genöthigt zu sein, zum Steigenlassen des Ballons Ballast auszuwerfen. Deshalb verband er mit der Charliere, die er überhaupt der größern Steigkraft wegen wählte, noch eine Montgolfiere, letztere, um das Steigen und Sinken des Ballons durch Regulirung des Feuers zu bewirken. Oben war die Charliere, darunter die Montgolfiere. Wenn man weiß, daß das Wasserstoffgas, womit die Charliere gefüllt war, einer der leicht entzündlichsten Stoffe ist, daher er auch zu den Platina-Zündmaschinen angewendet wird, so begreift man wohl die Gefahr, die mit solcher Zusammensetzung verbunden sein mußte. Oben das leicht entzündliche Gas, unten ein Ballon, dessen Steigkraft durch Feuer erhalten und regulirt werden mußte. Ein Feuer unter einem Pulverfaß anzünden kann kaum ungefährlicher sein. Die leichte Brennbarkeit des Gases war dem Rozier natürlich bekannt; er muß darauf gebaut haben, daß das Feuer von dem untern Ballon entfernt genug sei, um diesen nicht anzünden zu können. Diese Gefahr hatte er unterschätzt. Er fuhr am 14. Juni 1785 mit Romain von der französischen Küste ab, um nach England hinüberzuschiffen. Doch sie sollten Frankreich nicht verlassen. Sehr bald ergriff das Feuer den untern Ballon; die Charliere darüber mußte schon durch die starke Erwärmung von unten straff ausgespannt werden und platzen, selbst wenn sie nicht unmittel-

Digitized by Google

bar vom Feuer ergriffen wurde. Das Wasserstoffgas aus der Charliere bildet mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft das leicht entzündliche Knallgas, das bei der Entzündung mit ungeheurer Gewalt explodirt. Solche Explosion trat ein und hat die beiden Reisenden wohl schon sofort getödtet, ehe sie noch im Sturz die Erde erreichten. Ihre zerschmetterten Leichname wurden bei Boulogne gefunden. So war der erste Luftschiffer zugleich das erste Opfer dieser Kunst, nachdem inzwischen so viele Andere unbeschädigt seinem kühnen Wagniß gefolgt waren. Er machte seine Fahrt freilich im Dienst der Wissenschaft, um durch einen neuen Versuch die Luftschifffahrt weiter zu fördern, während die Andern nur auf den Bahnen folgten, die schon mehr erprobt waren.

Dieser erste Unglücksfall hatte jedoch keinen Stillstand in ferneren Versuchen zur Folge. Theils war die Hoffnung, den Luftballon practischen Zwecken dienstbar machen zu können, noch zu groß, theils boten die Luftfahrten bei der Neugierde und der Schaulust der Menge kühnen Unternehmern Aussicht auf guten Erwerb dar. So folgten denn immer neue Luftfahrten fast in allen Ländern und großen Städten. Nur die spanische Regierung hatte in übergroßer Sorge für das Leben ihrer Unterthanen die Luftschifffahrt verboten, nachdem dort ein gewisser Bouché bei einer Auffahrt in Aranjuez in Lebensgefahr gerathen war.

Selbst von neuen gefährlichen Versuchen, um die neue Erfindung zu vervollkommnen, hatte das Unglück Rozier's nicht zurückschrecken können. Besonders that sich in dieser Beziehung Zambeccari hervor, dessen Luftreisen so viel Interessantes darbieten, daß wir sie im folgenden Vortrage ausführlicher erzählen wollen. Außer ihm ist noch Testu zu erwähnen, der bei seinem Ballon eine Art Flügel an-

Digitized by Google

gebracht hatte, ohne jedoch dadurch den Zweck einer beliebigen Lenkung erreichen zu können. Doch gelang es ihm, bei seiner Fahrt Station zu machen und während seiner zwölfstündigen Reise zweimal am Erdboden zu landen und wieder aufzusteigen. Lunardi machte auch eine glückliche Fahrt über den Meerbusen von Neapel. Sehr viele Luftreisen in verschiedenen Ländern machte auch Garnerin, der dabei zuerst den von Blanchard erfundenen Fallschirm anwendete. Ueber diese Erfindung und deren Anwendung wollen wir im folgenden Vortrage noch Näheres angeben.

Die Luftschiffer der ersten Zeit waren sämmtlich Franzosen; dann betheiligten sich dabei auch Italiener, später auch Engländer. Im Jahre 1805 entschlossen sich auch Deutsche zu dem Wagniß, das Luftmeer zu beschiffen. Der Professor Jungius in Berlin war der erste, der es unternahm. Er wiederholte seine Versuche mit glücklichem Erfolg. Weniger glücklich war der Professor Reichard, den seine muthvolle Gattin auf mehreren Fahrten begleitete; die letzte derselben jedoch wurde ihr der Uebergang zur Auffahrt in eine höhere Welt; sie stürzte hoch aus den Lüften todt zur Erde nieder. So hatte die neue Erfindung aus beiden Geschlechtern die Muthigen zum Opfer gefordert. Doch ist die Zahl der Unglücksfälle bei der Luftschifffahrt verhältnißmäßig nur gering, und ist trotz der Unvollkommenheit, die dieser Erfindung auch jetzt noch anhaftet, eine Reise durch die Lüfte kaum gefährlicher als Reisen über den Ocean. Mit dem Schwindel darf man sich freilich nicht sehr verbrüdert haben, denn der ist bei solcher Fahrt ein lästiger Begleiter, der einem das ganze Vergnügen verleiden und ein groß Theil Gefahr noch dazu bringen kann. — Der folgende Vortrag wird die Fortsetzung unsers Themas bringen.

Digitized by Google

Fünfter Vortrag.

Fortsetzung des vorigen. Von der Luftschifffahrt und deren Geschichte.

Indem wir nun die Geschichte der Luftschifffahrt weiter verfolgen, erzählen wir zunächst die merkwürdigen Fahrten, die der Graf Zambeccari unternommen hat, und auf die wir am Schluß des vorigen Vortrags schon hinwiesen. Sie werden uns in mannigfacher Weise ein Bild von den Gefahren und Hindernissen geben, mit denen ein Luftschiffer zu kämpfen hat, und werden auch deutlicher als die bloße Theorie die Umstände an's Licht setzen, auf die es bei der Luftschifffahrt ankommt und auf die man seine Aufmerksamkeit zu richten hat. Und wenn Zambeccari mit den besonderen Vorrichtungen, durch die er die Richtung des Ballons mehr in die Hand des Luftschiffers legen wollte und die ihm so unheilvoll wurden, auch nicht den beabsichtigten Zweck erreicht hat, wenigstens nicht mit glücklichem Erfolg bei seinen Luftreisen, obgleich die Richtigkeit seiner Theorie auch durch seine unglücklichen Fahrten bestätigt worden ist; so sind seine Auffahrten doch sehr belehrend für andere Luftschiffer geworden und haben mit dazu beigetragen, Gefahren bei Luftreisen zu vermeiden. Wir geben zunächst einige biographische Notizen über denselben.

Franzesco Graf Zambeccari war 1756 zu Bologna

Digitized by Google

geboren; er stammte aus einer alten Familie, die früher in großem Ansehen stand. Nachdem er eine sorgfältige Erziehung genossen hatte, trat er als Seeoffizier in spanische Dienste. Auf einer Expedition hatte er das Unglück, in türkische Gefangenschaft zu gerathen und in das Bagno zu Constantinopel gebracht zu werden. Der eifrigen Verwendung des spanischen Gesandten hatte er nachher seine Befreiung zu verdanken. Nun begab er sich längere Zeit auf Reisen; er durchwanderte die Levante und einen Theil Afrika's und besuchte auch die meisten Hauptstädte Europa's. Hierauf kehrte er nach seiner Vaterstadt zurück und widmete seine Thätigkeit nun ganz der Luftschifffahrt. Schon im Jahre 1805 hatte er eine Luftreise in England gemacht, welcher er bald mehrere andre nachfolgen ließ. Er war es, der auch besonders den Gedanken mit anregte, dem Ballon die gewünschte Richtung durch Steigen- und Sinkenlassen desselben zu geben, um so in die geeignete Luftströmung zu kommen. Es war nun sein Bemühen, dies thun zu können, ohne Gas aus dem Ballon zu lassen und ohne Ballast auszuwerfen, wie dies ja auch das Bestreben Rozier's gewesen war. Er ging dabei von demselben Princip wie Rozier aus, nur suchte er das Gefährliche, das in dessen Verbindung einer Charliere mit einer Montgolfiere lag, zu vermeiden. Er wollte nur mit einer Charliere fahren, wollte aber durch kleine Flammen in der Gondel selbst, die er unter seiner Hand beaufsichtigen und reguliren konnte, eine gelinde Wärme erzeugen, die das Gas im Ballon nicht entzünden konnte, aber stark genug war, um den schlaff gefüllten Ballon durch Ausdehnung des Gases anschwellen oder wieder zusammensinken zu lassen. Die Idee war gewiß eine ganz vernünftige und würde, wenn aus der Luftschifffahrt überhaupt noch einmal etwas

Digitized by Google

mehr als ein bloßes Schauspiel zur Belustigung werden sollte, gewiß wieder aufzunehmen sein. Das Verhängnißvolle war nur, daß er zu solchen Flämmchen gerade Spiritus wählte.

Da Zambeccari kein großes Vermögen besaß, die Herstellung eines großen Ballons aber, zumal damals, wo die Füllung noch so theuer war, große Kosten verursachte, so setzte er die Regierung seiner Vaterstadt von seinen Ideen in Kenntniß und bat um eine Unterstützung zur Ausführung seines Planes. Es wurde ihm dazu eine Summe von etwa 1600 Thalern bewilligt. Dadurch war er nun aber auch dem Publikum verpflichtet, einem Publikum, das zu unwissend war, um die großen und schwierigen Vorbereitungen, die nöthig waren, beurtheilen zu können, und das zugleich zu große Ungeduld hatte, um die geeignete Zeit zum Aufsteigen abzuwarten. Dieser Umstand war von dem schlimmsten Einfluß auf sein Unternehmen. Als die Herstellung seines Ballons bald vollendet und auch für Anbringung einer Lampe in der Gondel zur Erzeugung der beabsichtigten Wärme gesorgt war, setzte er dem ungeduldigen Publikum den 4. September 1803 als den Tag seiner Auffahrt von Bologna fest. Er hatte in der letzten Zeit noch mannigfache Hindernisse gefunden und mit den größten Anstrengungen, die ihn erschöpften und seinen Muth beugten, zum gedachten Tage endlich die nöthigsten Vorbereitungen beendet. Den Tag zuvor ließ er den Ballon nach dem bestimmten Platz bringen. Er sollte in der Nacht gefüllt werden; es war dies eine Arbeit, die damals, wo man mit Schwefelsäure und Eisen oder Zink erst das Wasserstoffgas erzeugen mußte, um es unmittelbar aus den Gefäßen, in denen es entwickelt wurde, in den Ballon zu leiten, eine viel bedeutendere Zeit in Anspruch nahm, als

Digitized by Google

jetzt, wo man den Ballon mit Leuchtgas füllt und dieses in den großen Städten, die ja alle mit Gaserleuchtung versehen sind, sogleich aus den Gasleitungsröhren unter dem Druck des Gasometers in den Ballon einströmen läßt. Zambeccari hatte zu diesem Geschäft mehrere Personen angelernt und übertrug denselben unter Leitung seines Bruders die Füllung des Ballons, während er nach den großen Anstrengungen der letzten Tage in der Nacht noch der Ruhe pflegen wollte. Als er jedoch am Morgen des 4. September nach dem Platz kam, fand er fast nichts gethan. Ein großer Theil der Schwefelsäure war durch Ungeschick und Unverstand vergeudet. Dazu war auch durch die nächtliche Feuchtigkeit der Firniß des Ballons erweicht, und darauf beim Wirken der Sonnenwärme das Netz unregelmäßig und faltig an dem Ballon angeklebt. Es war unmöglich, es in kurzer Zeit wieder loszulösen, und Zambeccari sah sich genöthigt, die Fahrt zum 5. October aufzuschieben. Nun zeigte sich ein neuer Uebelstand; beim Loslösen des Netzes vom Ballon entstanden im letzteren viele Risse und Löcher, so daß zur Reparatur viele Zeit und große Ausgaben in Anspruch genommen wurden. Zur Aufbringung dieser Mittel mußte sich der Graf abermals an die Regierung wenden, bekam aber nur leihweise 200 Thaler, deren Rückzahlung [illegible] nachher viel Mühe und Kummer gemacht hat.

[illegible]kam der angesetzte Termin heran, aber sowohl an diesem als am folgenden Tage regnete es so stark, daß an ein Auffahren nicht zu denken war. Am 7. October ließ der Regen nach, und der Himmel wurde heller, doch war noch wenig auf beständiges Wetter zu rechnen. Dennoch mußte Zambeccari der Ungeduld des Volkes nachgeben und seiner eignen Ansicht entgegen die Fahrt unternehmen. Ehe es aber zu diesem Entschluß gekommen war, war der Mit-

Digitized by Google

tag herangekommen. Das Geschäft des Füllens, das nun erst begonnen werden konnte, dauerte bis zur Mitternacht, besonders weil der größte Theil der Leute, die Zambeccari dazu angelernt hatte, ihm durch die Ränke seiner Feinde abwendig gemacht worden waren. Da der Ballon in der noch immer nassen Luft viel Feuchtigkeit angezogen hatte und dadurch bedeutend schwerer geworden war, auch schon beim Transport mannigfach gelitten hatte, überdies aber der fehlenden Mannschaften wegen nicht zweckmäßig gefüllt werden konnte, so sah Zambeccari voraus, daß er nicht die nöthige Steigkraft haben würde, ja er war sogar der Meinung, daß der Ballon ihn mit den beiden bestimmten Begleitern, Andreoli und Grassatti gar nicht würde tragen können.

Obgleich nun Zambeccari durch die unausgesetzten Anstrengungen des Tages sowie durch den Aerger über den Spott und die Ränke seiner Feinde und über das ungestüme Drängen des unwissenden Volkes schon völlig erschöpft war, bestieg er doch um Mitternacht mit seinen beiden Gefährten die Gondel. Der Ballon stieg und schwebte eine Zeit lang langsam über der Stadt. Plötzlich aber stieg er mit großer Schnelligkeit aufwärts. Sie kamen in die Region des obern Südwestwindes, der sie in kurzer Zeit weit von ihrem Auffahrtsorte wegtrieb. Es war eine finstere Nacht, sie hatten eine Laterne mit, deren schwaches Licht aber nicht hinreichte, um die Beobachtungen an dem schwankenden Barometer zu machen. Nur aus der furchtbaren Kälte, die sie umgab, konnten sie erkennen, daß sie sich in ungeheurer Höhe befanden; zudem wurde die Luft so dünn, daß das Licht der Laterne nicht Nahrung genug hatte und erlosch. Zambeccari, der vorher schon so erschöpft war, sank in Ohnmacht. Bald war auch Grassatti

Digitized by Google

seiner Sinne nicht mehr mächtig, nur Andreoli erhielt sich durch Rum noch munter und widerstand dem erschlaffenden Einfluß der entsetzlichen Kälte. Endlich gelang es ihm, den Zambeccari, später auch den Grassatti wieder zum Bewußtsein zu bringen; sie waren wohl wieder gesunken und in eine bessere Luftschicht gekommen, doch konnten sie darüber keine Gewißheit haben. Es war inzwischen 2 Uhr Nachts geworden, die Finsterniß verhinderte noch eine Umschau; sie hatten keine Ahnung davon, wo sie waren, noch wohin sie schifften. Die Magnetnadel, die ihnen über das Letztere Auskunft geben sollte, zeigte nur dahin, wohin sie zuletzt freilich wieder kommen mußten; sie hatte sich senkrecht nach der Erde hingerichtet. Wir haben schon oben erwähnt, daß in solcher Höhe die Magnetnadel ihre Dienste versagt; die richtende Kraft des Erdmagnetismus kann hier nur den einen oder andern Pol nach unten hin ziehen. Unsere Reisenden sehen sich endlich von weißen Wolken umhüllt und hören unter sich ein verdächtiges Geräusch wie das Brausen des Wassers. Sie bemühen sich, das Licht der Laterne wieder anzuzünden, um am Barometer zu sehen, wie hoch sie sind. Da wird das Geräusch lauter, und mit Schrecken sehen sie das heftig wogende Meer unter sich. Nun gilt es, den Ballon schnell wieder zum Steigen zu bringen; hier hätte die Lampe helfen können, wenn sie bei Tageslicht rechtzeitig ihr Sinken wahrgenommen und so Zeit gehabt hätten, durch die Lampe die nöthige Wärme zum Aufblähen des Ballons zu erzeugen. Aber jetzt war an den Gebrauch der Lampe nicht mehr zu denken. Rasch warfen sie einen Sandbeutel hinaus, aber zu spät, die Steigkraft des Ballons war erschöpft, und ehe sie ihn genug erleichtern können, sinkt die Gondel schon in's Meer, und die drei Gefährten stehen im Wasser. Nun übereilt sie der

Digitized by Google

Schrecken; freilich iſt nur in Erleichterung durch Auswerfen von Ballaſt noch Hülfe zu ſuchen. Aber ſie werfen ſchnell hinaus, was ihnen in die Hand kommt, ohne erſt nach etlichen Stücken die Wirkung abzuwarten. So wandert ſchnell Alles in's adriatiſche Meer, denn auf dieſem befanden ſie ſich; nicht blos ſämmtlicher Ballaſt, auch Barometer, Thermometer, Kompaß, Ruder, ihr Geld, ſelbſt die Lampe, deren Wirkung zu erproben die ganze Expedition unternommen war, Alles muß in die naſſe Fluth, um ihr Schifflein aus derſelben frei zu machen und es wieder in das dünnere Element zu erheben; ſelbſt ein Theil ihrer Kleidungsſtücke, die ihnen doch nach der kalten Fahrt ſo nothwendig waren, wird über Bord geworfen; in der Haſt brechen und ſchneiden ſie ſelbſt von der Gondel ab, was nur irgend entbehrlich ſchien. Da fühlt ſich ihr Luftroß aller Bande ledig und plötzlich erhebt es ſich mit ihnen in raſender Schnelligkeit hoch in die Lüfte. Ehe ſie es nur denken können, ſind ſie in ſolche Höhe emporgeſtiegen, daß ihr lautes Rufen zu einander ungehört verhallt.

Nun kam eine Zeit noch ſchwereren Leidens für ſie; in der dünnen Luft lief dem Graſſatti das Blut aus der Naſe, Zambeccari hatte mit heftigen Uebelbefinden zu kämpfen, der Froſt machte ſie ganz erſtarren. Wie gern hätten ſie nun ihre Kleider wiedergehabt; aber anſtatt eines erſehnten Pelzes war es eine Eiskruſte, in welche die Kälte der obern Luft ſie, die vom Meerwaſſer ganz durchnäßt waren, einhüllte. In dieſer traurigen Lage brachten ſie etwa eine halbe Stunde zu; dann hatte der ſo mannigfach ſchadhafte Ballon durch Ausſtrömen des Gaſes wieder wie vorher ſeine Steigkraft verloren und ſenkte ſich langſam nieder, aber noch keineswegs um ihren Leiden ein Ende zu machen. Sie ſollten durchaus nicht blos das Luft-, ſondern auch das

Digitized by Google

Wassermeer durchschiffen. Es war wieder das adriatische Meer, in dessen Mitte der Ballon sich niederließ. Die Gondel tauchte unter, und die Luftschiffer standen halb im Wasser, wurden auch öfters von den Wogen ganz bedeckt. In diesem Zustande schifften sie mehrere Stunden auf dem finstern, stürmischen Meere umher. Sie waren auch nicht ohne Segel, denn der Ballon, zum großen Theil seines Gases entleert, bot dem Winde eine mundrechte Fläche dar, in die er hineinblasen konnte. Er war so gefällig, sie nach der italienischen Küste zu treiben. Als sie aber gegen Tagesanbruch sich dem Lande bis auf einige Meilen genähert hatten, kam ihnen von dorther ein Landwind entgegen, der, wie wir im folgenden Vortrag sehen werden, gerade gegen Sonnenaufgang am heftigsten zu sein pflegt. Dieser feindliche Wind trieb sie wieder weit in das Meer zurück. Nun war es Tag geworden und die See wurde belebter; mehrere Schiffe kamen in ihre Nähe, aber anstatt ihnen rettende Engel zu werden, flohen sie in Furcht, sobald sie des unbekannten Seeungeheuers ansichtig wurden. Endlich kam ein Schiffer, der unterrichteter war, und sendete ihnen ein Boot zur Rettung. Doch die rettenden Matrosen sollten es erfahren, daß das Ungeheuer wirklich nicht ungefährlich sei. Um die drei erschöpften Aëronauten aus ihrer Gondel befreien zu können, hatten sie an letztere ein Seil befestigt und zogen nun die Leidenden in ihr Boot. Aber solche Enthebung seiner Last machte den Ballon gleich übermüthig, stolz erhob er sich plötzlich und er hätte durch das Zerren an dem Seil, das ihn mit dem Boote unfreiwillig copulirt hatte, letzteres umgeworfen, wenn die Matrosen nicht schnell dies eheliche Band durchschnitten und ihm so einen Scheidebrief gegeben hätten. Der Ballon stieg schnell in die Höhe und verschwand in den Wolken. Die Luftschiffer wurden

Digitized by Google

in dem Hafen von Verada an's Land gesetzt. Aber sie hatten sehr gelitten; Grasatti war dem Tode nahe gewesen, Zambeccari hatte sich die Hände so erfroren, daß er sich nachher mehrere Finger der linken Hand mußte abnehmen lassen.

Nach solcher unglücklichen und doch so kühnen Fahrt hätte es wohl Niemand dem Grafen verargt, wenn er seinen Eifer für die Luftschifffahrt fortan nur auf die Theorie beschränkt hätte und fein unten auf der sichern Erde geblieben wäre. Aber es lag ihm daran, die Richtigkeit seiner Idee durch gelungne praktische Versuche zu bestätigen. Die unglücklichen Umstände der ersten Fahrt hatten den Versuch mit der Lampe ganz verhindert; deshalb drängte es ihn zu einer neuen Unternehmung. Wahrlich, nach solchen Erfahrungen gehörte wohl ein großer Heldenmuth dazu, sich neuen Gefahren auszusetzen, und er mußte deren bei seiner neuen Unternehmung noch sehr große bestehen. Wir sehen, wie die Wissenschaft begeistern, und mit welcher Kühnheit und Ausdauer sie ihre Jünger erfüllen kann. Waren es doch in der ersten Zeit fast nur Männer der Wissenschaft, welche die damals noch so gefährlichen Luftreisen unternahmen.

Im folgenden Jahre hatte Zambeccari es wieder so weit gebracht, daß er eine neue Luftreise unternehmen konnte; er wurde darin von der Gesellschaft der Wissenschaften in Bologna unterstützt. Sein neuer Ballon war 37 Fuß im Durchmesser und war wiederum mit einer großen Spirituslampe versehen, welche im Umkreise 24 Oeffnungen hatte, die durch Klappen schnell geschlossen werden konnten. Der 22. August 1804 war zur Auffahrt festgesetzt. Diesmal traf der Graf eine günstige Witterung. Einer seiner früheren Begleiter, Andreoli, hatte sich auch wieder zu dem

Digitized by Google

neuen Wagniß entschlossen. Der Ballon wurde mit Wasserstoffgas gefüllt, das zugleich aus 16 Tonnen entwickelt wurde und zu welchem 3550 Pfd. Zink verbraucht wurden. Der Ballon wurde zuerst so belastet, daß er durch ein kleines Uebergewicht am Steigen verhindert wurde; man wollte die Kraft der Erwärmung durch die Lampe erforschen; der Ballon wurde auch nur bis auf Zweidrittel gefüllt, um dem Gase bei der Erwärmung Raum zur leichten Ausdehnung zu lassen.

Zuerst wurde noch ein Versuch mit Rudern gemacht, um durch Aufschlag derselben den Ballon zum Sinken zu bringen. Gegen 11 Uhr Vormittags bestiegen Zambeccari und Andreoli die Gondel, welche an einem 50 Fuß langen Seile gehalten wurde. Sie warfen nun 25 Pfund aus, um auch ohne Lampenwärme steigen zu können. Der Ballon erhob sich so hoch, als das Seil es zuließ. Darauf gelang es ihnen, durch Ruderschlag den Ballon wieder abwärts zum Boden zu bewegen und so also mit dem Ruder eine Steigkraft von 25 Pfund zu überwinden. Am Boden angelangt, nahmen sie die 25 Pfund Ballast wieder ein und versuchten nun durch Erwärmung zu steigen. Zwei angezündete Flämmchen reichten hin, den Ball so anzuschwellen, daß er sich langsam an dem Seil erhob; als sie ausgelöscht wurden, senkte er sich wieder nieder. Nun wurden sechs Flämmchen angezündet, worauf der Ballon sich schnell bis zur Höhe des Strickes erhob; das Auslöschen der Lämpchen bewirkte wieder ein Fallen, jedoch nur ein langsames, weil das Gas zur Abkühlung längere Zeit gebrauchte, als zur Erwärmung.

Nach diesen gelungenen Experimenten, welche Zambeccari's Idee als richtig und praktisch bestätigten, zündeten sie 8 Flämmchen an, um nun vom Seil losgelassen sich in

Digitized by Google

die Lüfte zu erheben. Der Ballon stieg mit ruhiger Würde auf. Es wehte nur ein schwacher Wind, der sie nicht weit von der Stadt wegbrachte, so daß der zahlreichen Zuschauermenge lange Zeit der Anblick des schönen Schauspiels blieb. Während dieser Zeit ließen sich die Reisenden mehrmals bis nahe zur Erde nieder und stiegen wieder auf. Das Anzünden noch eines Flämmchens genügte schon, den Ballon steigen zu lassen, während er bei einer immer gleichen Anzahl von Flammen sich fast immer in derselben Höhe erhielt. Sie stiegen bis zu einer Höhe von 8000 Fuß auf, immer nur durch die Kraft der Flammen, da der Ballon sonst über seine Steigkraft belastet war. Um 1 Uhr befanden sie sich etwa sechs Meilen von Bologna, und da kein hinreichender Wind war, um eine längere Reise zu unternehmen, und da ihre Kräfte nicht hinreichten, um die mannigfachen Versuche und Beobachtungen sorgsam auszuführen, so ließen sie sich zur Erde nieder, um ihre Reise zu beendigen. Sie trafen aber gerade auf einen Morast, wo sie nicht festen Fuß fassen konnten. Durch das Anzünden zweier Flämmchen erhoben sie sich wieder, bis sie ein Brachfeld fanden, wo der Anker bei einem Baume haftete. Der Ballon sinkt und wird von dem Jubel einer großen Menge empfangen.

Aber vom Anlanden bis zum Verlassen der Gondel giebt es immer noch kritische Momente, und ehe der Luftschiffer nicht mit beiden Füßen fest auf der Erde steht, kann er immer noch nicht sagen, daß die Reise glücklich beendet sei. Das sollten auch unsre beiden Freunde erfahren, und es sollte sich hier zeigen, daß, wie guten Erfolg auch die Idee des Erwärmens hatte, doch die Wahl des Spiritus dazu eine sehr unglückliche war. Beim Niedersteigen nehmlich verwickelte sich das Ankerseil in den Baumzweigen, die

Digitized by Google

Gondel kommt in eine schiefe Stellung, und der brennende Spiritus läuft aus. Schnell verbreitet sich das Feuer auf der Gondel, eine große Spiritusflasche wird erwärmt, der Kork springt ab und 30 Pfund Spiritus stehen in Flammen. Mit dem Spiritus verbrennt ein Theil des Gewichtes; durch diese Erleichterung und durch die Erwärmung hebt sich der Ballon, so daß die Leute, die unten das Ankerseil hülfreich erfaßt haben, es nicht mehr halten können. Zambeccari ist eifrig beschäftigt, das Feuer um sich her, das auch schon seine Kleider ergriffen hat, zu löschen. Andreoli denkt nur an seine Rettung, er ergreift das Ankerseil und klimmt daran hinunter, ein nicht sehr sanfter Fall bringt ihn zur Erde. Aber nun fehlt dem Ballon eines Mannes Gewicht, er fühlt sich so leicht, und mit ungeheurer Kraft reißt er sich los und steigt mit Zambeccari in der brennenden Gondel mit pfeilschneller Geschindigkeit hoch in die Lüfte, so daß in wenigen Momenten die Menge nichts mehr von ihm sieht.

Doch der kühne Graf verliert nicht die Geistesgegenwart; es gelingt ihm, das Feuer zu löschen; die dünne Luft, in die er emporgehoben wurde, kam ihm darin auch zu Hülfe. Die Kälte, die ihn nun umfängt, sagt ihm, daß er wieder eine ungeheure Höhe erreicht hat; an dem Barometer kann er es nicht sehen, es war zerbrochen; aber wie einen dunklen Abgrund sah er die dunklen Wolken tief unter sich. Jetzt erfaßt ihn eine Luftströmung und führt ihn wieder seinem alten feindlichen Bekannten, dem adriatischen Meere zu. Er hat nicht mehr die Lampe zur Disposition, um sein Fahrzeug, das nicht für's Wasser eingerichtet ist, von dem feindlichen Element fortzuheben. Er muß es ruhig geschehen lassen, daß der Ballon sich auf das Meer, zehn Meilen vom Lande niederläßt. Aus Feuer-

Digitized by Google

gefahr kommt er in Wassernoth; er steht wieder bis an den halben Leib im Wasser, diesmal aber allein, ohne Gefährten, nur Himmel und Wasser um sich her, nirgends ein rettendes Schiff in Sicht. Noch eine Hoffnung, unten bläst ein dem obern entgegengesetzter Wind; hatte ihn jener vom Lande weggeführt, so wird dieser ihn wieder zurückbringen. So wartet er, er schifft dem Lande zu, aber keine Küste will sich zeigen, und doch treibt der Wind ihn mächtig und doch ist schon so lange Zeit in diesem schrecklichen Zustande verstrichen. Da wird er der Täuschung gewahr; er zieht das Ankerseil an sich, um sich fest zu binden, da er einzuschlafen fürchtet. Aber der Anker hat Grund gefaßt, er ist die ganze Zeit über auf derselben Stelle geblieben, nur die Wogen sind an ihm vorübergerauscht in der Richtung nach dem Lande zu; er wähnte sich mit in Bewegung und war doch von dem Anker festgehalten. Nun galt es, sich los zu machen; aber es war kein Instrument da, um das seidne Ankerseil zu durchschneiden. Franklin sagte einmal: ein Physiker muß mit der Säge bohren und mit dem Bohrer sägen lernen. Die Noth lehrt noch größere Dinge. Zambeccari nahm eine Glaslinse aus dem noch vorhandenen Fernrohr, und da er diese mit der erfrornen Hand nicht ordentlich handhaben konnte, so mußten die Zähne Handdienste verrichten. So, die Glaslinse zwischen den Zähnen, durchsägte er mit der scharfen Kante derselben allmählig das Seil. Er wird flott und treibt nun mit vollem Segel der Küste zu. Aber wenn nicht bald Hülfe kommt, ist er doch verloren; vier Stunden schon steht er im Wasser, die Steigkraft des Ballons, die ihn über dem Wasser erhält, schwindet immer mehr, schon reicht ihm das flüssige Element bis an den Hals. Da kommen ihm mehrere Fischerbarken entgegen, aber die Furcht läßt

Digitized by Google

sie vor dem fliehen, der ihrer Hülfe harrt. Endlich begegnen ihm muthige Männer, die ihn in ihre Barke nehmen und an das Land bringen. Der Ballon, nun der Last des Unglücklichen entledigt, schwingt sich in die Luft und eilt über das Meer, um den Türken einen Besuch abzustatten. Zambeccari wurde bei seiner Rückkehr in Bologna mit großem Jubel empfangen; aber der Versuch kostete ihm wieder zwei Finger, die, vom Frost zerstört, abgenommen werden mußten.

Die Versuche des Grafen Zambeccari geschahen zu einer Zeit, in der noch die Ansicht herrschend war, daß es gelingen werde, dem Luftballon eine allgemeinere Anwendung zu geben. Allmählig kam man von dieser Ansicht zurück, wenn freilich auch Einzelne bis in die neuesten Zeiten noch diesen Gedanken verfolgten. Sonst beschränkte sich die Luftschifffahrt hinfort nur darauf, daß Einzelne damit zu ihrem Erwerb der Menge ein Schauspiel vorführten, mit dem sich hier und da wissenschaftliche Untersuchungen verbanden. Was man noch Neues ersann, hatte besonders den Zweck, solche Luftfahrten billiger und sicherer machen zu können.

Bedeutend billiger wurden die Luftreisen durch Anwendung des Leuchtgases, dessen sich zuerst der Engländer Green bediente. Dieser ist durch die vielen Luftfahrten, die er im dritten und vierten Decennium dieses Jahrhunderts in fast allen Ländern Europa's unternahm, sehr bekannt geworden. Auch Berlin erfreute er mit diesem Schauspiel, und es erinnert sich wohl noch Mancher, wie dieser kühne Mann, ganz frei in dem Ring über der Gondel stehend und zum Gruß den Hut schwenkend, über die Stadt hinschwebte. Besonders ist die Reise, die er am 7. November 1837 mit zwei Gefährten von London aus unternahm, durch die weite Strecke, die er durchschiffte, be-

Digitized by Google

merkenswerth geworden. Er war Nachmittags um zwei Uhr aufgestiegen, hatte um 5 Uhr Dover erreicht, fuhr in 10 Minuten über den Kanal nach Frankreich, schiffte dann in der Nacht über Belgien hin und ließ sich am anderen Morgen um 7 Uhr in Nassau nieder, nachdem er in 17 Stunden einen Weg von 100 deutschen Meilen zurückgelegt hatte. Sein Ballon hatte gegen 60 Fuß Durchmesser, der Anker war an einem 1000 Fuß langen, dehnbaren Seile befestigt, das durch eine Winde auf- oder abgewunden wurde. Als Ballast hatte er Wasser in kupfernen Gefäßen, um diese, wenn sie geleert waren und er über Wasser kam, hinablassen und wieder füllen zu können.

Zur größeren Sicherheit für vorkommende Unglücksfälle wurde zu dem Ballon noch ein neuer Apparat hinzugefügt, nehmlich der von dem Franzosen Blanchard erfundene Fallschirm. Die Idee, mittelst eines Schirms von großen Höhen hinabzuspringen, ohne eine Verletzung fürchten zu müssen, stammt freilich schon aus alter Zeit und ist asiatischen Ursprungs. Bei den chinesischen Gauklern, die es in solchen Dingen sehr weit bringen, ist es ein altes und häufig vorgeführtes Kunststück, daß sie mit Hülfe zweier ausgespannter Schirme, die am Gürtel befestigt sind, sehr hoch hinabspringen. Die Einrichtung aber, wie sie mit Nutzen beim Luftballon angewendet wird, hat dem Fallschirm erst Blanchard gegeben. Er sprang selber zuerst im Jahre 1785 mit einem solchen von einem hohen Thurm in Basel hinab und erreichte unversehrt den Erdboden. Ein solcher Fallschirm, in der Form ähnlich einem Regenschirm, doch halbkugelförmig, hat einen Durchmesser von 25—30 Fuß und ist so fest gearbeitet, daß er dem bedeutenden Luftdrucke Widerstand leistet. Von dem Umkreise des Schirmes gehen 30 Fuß lange Seile nach unten hin und vereinigen

Digitized by Google

sich zu einem dicken Seile, an welchem der für den Sitz des Menschen bestimmte Korb hängt. Der Fallschirm hängt unter dem Ballon schlaff herab, nur ein wenig durch einen innern Reifen auseinandergehalten; sobald er hinabfällt, öffnet er sich von selbst durch den Luftdruck. Ehe sich der Schirm ganz geöffnet hat, fällt er freilich mit ungeheurer Schnelligkeit, die sich aber bald in Folge des Luftdrucks, den der geöffnete Schirm beim Fallen zu überwinden hat, mäßigt, so daß ein langsames, gleichmäßiges Fallen eintritt. Es kommt natürlich Alles auf die Geschwindigkeit an, die der Schirm zuletzt erreicht hat, damit der Korb nicht zu unsanft auf die Erde kommt. Diese Endgeschwindigkeit läßt sich aus dem Umfang des Schirmes, aus seiner Belastung und dem Widerstande der Luft berechnen. Ist z. B. der Durchmesser 30 Fuß, die Last 212 Pfund und die Höhe bedeutend genug, damit erst eine Gleichmäßigkeit des Falles eintreten kann, so ist die Endgeschwindigkeit so, als ob ein Mensch vier Fuß hoch hinabspringt. Im Anfang des Falles kommt allerdings noch die Gefahr hinzu, daß der Schirm, bis das Gleichgewicht hergestellt ist, in pendelartige Schwingungen geräth, und in Folge davon der Korb schief, wohl gar in horizontale Lage zu hängen kommt. Da gilt es denn freilich sich festzuhalten. Der schon oben erwähnte Luftschiffer Garnerin ließ sich öfters aus seinem Ballon mit einem Fallschirme von bedeutender Höhe herab, zuerst im September 1802. Wenn er hoch in der Luft im Korbe Platz genommen hatte, so schnitt er den Strick, mit welchem der Fallschirm am Ballon hing, durch und hielt seine Niederfahrt zur Erde, die manchmal doch etwas unsanft war. Wenn ein Mensch bei einer Luftreise etwa durch einen Schaden, den der Ballon erleidet, in Gefahr kommt, so kann er sich wohl noch mit dem Fall-

Digitized by Google

schirm retten. Doch Geistesgegenwart gehört allerdings dazu, und wenn mehrere Reisende sind, so möchte die Gunst des Fallschirms doch nicht Allen zu Gute kommen. Bei den Luftfahrten der neuesten Zeit findet man den Gebrauch des Fallschirms selten erwähnt. Von diesen Luftreisen wollen wir nachher noch berichten. Zunächst wollen wir noch einen Blick auf die Anwendung werfen, welche der Luftballon außer den Vergnügungsfahrten bisher schon gefunden hat.

Am meisten hat man in Frankreich von den Aërostaten Gebrauch gemacht. Man hoffte dort, für die Kriegführung großen Gewinn aus der Luftschifffahrt zu ziehen. Deshalb wurden schon 1794 ganze Compagnien „Aërostiers" errichtet, welche in Luftschiffen die Stellungen des Feindes recognosciren, auch militairische Signale verbreiten sollten. So wird auch der Sieg, den der General Jourdan bei Fleurus im Juni 1794 über die Oestreicher erkämpfte, der glücklichen Auskundschaftung durch Luftballons zugeschrieben. Auch auf die Expedition nach Aegypten nahm Napoleon Aërostaten mit. Nachher schien es doch, als ob die Kosten mit dem gewährten Vortheil nicht in Einklang ständen, und das Aëronauten-Corps wurde wieder aufgelöst. Die bedeutenden Kosten sind es auch, welche manche andere vorgeschlagene Anwendung der Ballons verhindert haben. So wollte man sie namentlich auch zum Heben und Transportiren von Lasten anwenden, z. B. um große Steine, Obelisken, Denkmäler u. s. w. auf Höhen hinaufzuschaffen; allerdings können sie dazu gebraucht werden, aber man kann es jetzt mit den andern mechanischen Vorrichtungen billiger schaffen. Wo aber für einen nützlichen Zweck nichts zu gewinnen ist, da weiß der Mensch doch noch für das Vergnügen etwas herauszupressen. So wendet man jetzt

Digitized by Google

kleine Luftballons an, um das Schauspiel eines Feuerwerks in den obern Luftschichten zu gewähren. Die Feuerwerkskörper steigen mit dem Ballon auf und entzünden sich dann oben. Bei dem nach der Krönung erfolgten feierlichen Einzuge des Königs Wilhelm in Berlin wurde die Menge auch durch solches Ballonfeuerwerk hoch in den Lüften erfreut.

Doch eines nicht unbedeutenden Nutzens, den die Luftschifffahrt gebracht hat und noch mehr bringen kann, dürfen wir nicht unerwähnt lassen. Das ist der Nutzen für die Wissenschaft, besonders für die Metereologie. Nur durch die Luftballons ist es möglich, den Zustand der oberen Luftschichten in mancherlei Beziehungen zu erforschen, z. B. in Rücksicht auf Feuchtigkeit, auf Zusammensetzung der Luft, auf Electricität, auf Wärmegehalt und Durchsichtigkeit, auf thierische Lebensthätigkeit, ferner den Einfluß des Erdmagnetismus auf die Magnetnadel in verschiedenen Höhen, u. a. m. Zu solchem wissenschaftlichen Zwecke haben schon am 23. August 1804 die berühmten französischen Physiker Gay-Lussac und Biot eine Luftfahrt unternommen, welche durch die Untersuchungen, die sie in den eben genannten Gegenständen anstellten, von großer wissenschaftlicher Bedeutung geworden ist. In demselben Jahre, am 15. September, unternahm Gay-Lussac noch einmal allein eine Fahrt, bei der er sechs Stunden in der Höhe zubrachte und in dieser Zeit viele Beobachtungen am Barometer, Thermometer, am Feuchtigkeitsmesser und an der Magnetnadel anstellte und verzeichnete. Er erreichte dabei die größte Höhe, die bis dahin je ein Mensch erlangt hatte, vielleicht den Grafen Zambeccari ausgenommen, der indeß, weil ja sein Barometer zerbrochen war, die Höhe nicht messen konnte. Gay-Lussac kam noch 1450 Fuß über die Höhe des Chimborasso, nehmlich 21550 Fuß hoch, und hatte dabei eine Kälte von

Digitized by Google

8 Grad und starke Athembeschwerden zu ertragen. Humboldt war mit seinem Freunde Bonpland bei Ersteigung des Chimborasso 19300 Fuß hoch gekommen; auch eine schöne Höhe! nur muß man bedenken, daß, wie schon erwähnt ist, die Temperatur auf Bergen in derselben Höhe nicht so niedrig ist, wie in der freien Luft, abgesehen davon, daß die Temperatur des Chimborasso durch seine Lage in der Nähe des Aequators schon viel milder ist, als in senkrechter Erhebung über Frankreich. Es könnten in dieser Beziehung noch mancherlei Untersuchungen, namentlich in noch größern Höhen angestellt werden; und wenn es Menschen in so bedeutender Höhe nicht aushalten können, so hat man gar mancherlei metereologische Instrumente, die sich selbst registriren, d. h. bei denen man an gewissen Merkmalen nachher noch sehen kann, welche Veränderungen an ihnen die verschiedene Temperatur, Luftverdünnung, Feuchtigkeitsgehalt der Luft, Windrichtung u. dgl. hervorbrachten. Man könnte solche Instrumente allein mit einem Ballon zu ungeheuren Höhen hinaufsenden. Die Electricität der obern Luft ist schon mannigfach durch Ballons, von denen eine Schnur mit leitenden Metallfäden zum Erdboden herabhing, untersucht worden.

Wir wollen nun noch Einiges von den Luftfahrten der allerneuesten Zeit berichten. Zunächst ist einer Fahrt zu erwähnen, welche am 13. Juli 1858 in Berlin unternommen wurde, und bei welcher Dr. Pitschner mit aufstieg, um wissenschaftliche Untersuchungen zu machen. Sie erreichten eine Höhe von 14800 Fuß, gleich dem Niveau des Montblanc, und hatten dabei eine Temperatur von 5 Grad R. Kälte. Da in unserer Breite schon bei 8000 Fuß Höhe die Region des ewigen Schnees beginnt, so hätte man wohl eine noch niedrigere Temparatur in jener Höhe ver-

Digitized by Google

muthet. Das Heberbarometer erwies sich hier seiner Schwankungen wegen wenig anwendbar, bessere Dienste leistete das Aneroidbarometer. In Folge einer optischen Täuschung erschien die Erde nicht wie ein Kugelstück, sondern kesselförmig ausgehöhlt. Die Erfahrungen des Ohrensausens, des beschleunigten Pulsschlages, der Nothwendigkeit des lauten Sprechens, um sich verstehen zu können, machten auch sie. Eine Fortbewegung des Ballons nahmen sie gar nicht wahr, sondern konnten diese nur am Steigen und Fallen des Barometers beobachten. Sie sahen die Sonne untergehen, und zwar 10 Minuten später, als unten der Sonnenuntergang erfolgte. Nach einer Fahrt von 71 Minuten, wobei der Ballon in südöstlicher Richtung über Köpnik getrieben wurde, landeten sie glücklich beim Dorfe Münchehofe, 8 Meilen von Berlin.

Eine zweite Luftreise, die Dr. Pitschner am 17. August 1862 mit dem Luftschiffer Regenti in Begleitung des Tagesschriftstellers Wachenhusen unternahm, verlief nicht ganz so glücklich. Sie fuhren Abends 6 Uhr auf und schwebten über Spandau, Potsdam, Nauen hin und erreichten eine Höhe von 11000 Fuß. Alle drei klagten zu gleicher Zeit über Ohrenbrausen; sie mußten stark rufen, um sich zu verstehen, und doch drang das Gerassel eines unter ihnen fahrenden Eisenbahnzuges zu ihnen hinauf. Es ist dies eine Erscheinung, die wir nachher noch bei einer andern Fahrt werden kennen lernen, und die darin ihren Grund hat, daß, wie früher schon erwähnt, der Schall von unten nach oben, oder vielmehr aus dichter in dünnere Luft sich leichter fortpflanzt. Die Bewegung des Eisenbahnzuges erschien ihnen übrigens, wie natürlich bei solcher Entfernung, wo Alles so kleine Dimensionen annimmt, äußerst träge und langsam. Sieht man doch schon von der Bastei in

Digitized by Google

der ſächſiſchen Schweiz den auf der Eiſenbahn jenſeits der Elbe daherbrauſenden Bahnzug in ſcheinbar ſehr langſamer Bewegung! Regenti hatte um halb acht Uhr die Klappe geöffnet und dadurch ein Fallen des Ballons bewirkt. Sie ſanken ſchnell; die Häuſer, die Bäume wuchſen ſchneller, als ihr Auge es faſſen konnte; die Erde ſchien ihnen eilend entgegen zu kommen; ein etwas beängſtigender Anblick! Endlich erfaſſen ſie die Strickleitern, um beim Landen nicht ſo unſanft aufzuſtoßen; der Anker wird ausgeworfen, das Fahrzeug ſtößt auf die Erde auf, aber der Anker hat nicht gefaßt. Nun kommt wieder etwas vom Scheitern im Angeſicht des Hafens. Der Ballon hat nicht mehr Steigkraft genug, um ſich mit ſeiner Laſt in die Lüfte zu erheben; ſo fegt er denn über die Feldmark hin, während der Korb mit den drei Paſſagieren immer nahe an der Erde ſchleift; bald werden ſie gegen einen Zaun geſchleudert, bald ſchwirren ihnen die Telegraphendrähte der Eiſenbahn um den Kopf. Stöße und Quetſchungen ſind wohlfeil, ſie bekommen ſie reichlich als Zugabe zu ihrer Luftfahrt. Immer weiter ſauſt der ächzende Ballon dahin, der Anker findet keinen Gegenſtand zum Haften, nur Feſthalten an den Strickleitern kann ſie vor der Hand noch retten. Aber da breitet ſich vor ihnen ein Wald aus; fahren ſie dahinein, ſo werden ſie an den Stämmen und Aeſten zerſchmettert. Jetzt kommt ihnen ein Moment, wo ſie mit Taſſo ſprechen können: „So klammert ſich der Schiffer endlich noch am Felſen feſt, an dem er ſcheitern ſollte.“ Sie werden gegen einen Telegraphenpfahl geſchleudert. Es thut eben nicht ſanft, aber es gilt Rettung, ſchnell erfaſſen ſie den Pfahl und klammern ſich daran feſt; dem Regenti gelingt es, ſie daran feſtzubinden. Aber die Gefahr iſt noch nicht vorüber; von dem Ballon können ſie nicht ſo ſchnell los, und dieſer zerrt

Digitized by Google

mit ungeheurer Kraft, um ſich los zu machen und ſeine wilde Jagd fortzuſetzen. Der Pfahl knackt; wenn er bricht, ſo iſt es um ſie geſchehen. Da eilt der Schäfer vom Bredower Vorwerk mit Weib und Kind herbei, ſie befeſtigen den Anker an einer Umzäumung. Aber auch dieſe hätte der tobende Ballon bald überwältigt. Jetzt eine neue Gefahr! ein Bahnzug ſauſt daher; wenn nun der Pfahl bricht und ſie dem Zuge entgegengeworfen werden! doch der Führer hat die Gefahr rechtzeitig bemerkt; es gelingt ihm, den Zug zum Halten zu bringen. Nun eilen die Schaffner herbei und bewältigen den Ballon. Die Paſſagiere waren gerettet, doch mit Beulen und blutigen Köpfen. Der Ballon aber, der nun auf dem Felde niedergeſchnürt wurde, machte ſich die hereingebrochene Dunkelheit zu nutze; als einer der Leute, die ihn bändigen wollten, dabei etwas ungeſchickt war, entſchlüpfte er aus dem Netze und ſchwang ſich nun pfeilſchnell in die Lüfte. So gewaltig iſt ſolches Ungethüm. Man hat ihn ſpäter zerfetzt wieder gefunden. Das iſt ein Beiſpiel davon, wie eine der Hauptſchwierigkeiten der Luftſchifffahrt gerade das Landen iſt. Wir ſahen das ſchon bei der Fahrt des Grafen Zambeccari, wir werden nachher noch von einem andern Beiſpiel aus der neueſten Zeit hören.

Eine andere wiſſenſchaftliche Luftreiſe wurde im Auguſt 1862 in England von Glaiſher unter Leitung des Luftſchiffers Corwell unternommen. Sie iſt beſonders dadurch merkwürdig, daß ſie zeigt, wie ſehr das Steigen oder Fallen des Ballons von der Witterung und von einem Wechſel derſelben abhängig iſt. Als ſie nehmlich 8000 Fuß hoch waren, paſſirten ſie eine dicke Wolkenſchicht; plötzlich aber klärte ſich die Atmoſphäre auf, und nun dehnte ſich das Gas im Ballon ſo raſch aus, daß ſie mit raſender

Digitized by Google

Schnelligkeit in die Höhe fuhren. Als sie eine Höhe von 14,000 Fuß erreicht hatten, warfen sie Tauben aus, um ihren Flug zu beobachten; aber die Tauben fielen wie ein Stein abwärts. Der Ballon stieg immer höher; als sie bis zu einer Höhe von 5 englischen Meilen oder 23,760 Fuß gekommen waren, einer Höhe, wie sie noch nie ein Mensch erreicht hatte, fühlte sich Glaisher fast ganz erblindet und verlor das Bewußtsein. Der letzte Thermometerstand, den er beobachtet hatte, war 10 Grad R. unter Null. Während der Ballon noch weitere zehn Minuten mit großer Schnelligkeit stieg, blieb Coxwell noch bei Bewußtsein und berechnete die Höhe auf 6 englische Meilen oder 28,500 Fuß. Nun spürte aber auch er Anwandlungen von Ohnmacht; er wollte die Klappe öffnen, ward aber zu seinem Schrecken gewahr, daß er keinen Finger bewegen konnte. Schnell gefaßt, packte er die Schnur, welche die Klappe am Ballon öffnete, mit den Zähnen; das Gas entwich langsam, und der Ballon begann allmählig zu sinken, worauf Glaisher wieder zu sich kam und seine Instrumente benutzen konnte. Ein selbstregistrirendes Thermometer zeigte ihnen, daß sie bis zu einer Kälte von 20 Grad R. unter Null vorgedrungen waren. Eine Flasche mit Wasser war in der That vollständig zugefroren und thaute erst nach einer Stunde auf. Coxwell's Hände waren ganz schwarz unterlaufen. Merkwürdig ist, daß sie bei der enormen Höhe, die sie erreichten, doch die leichten Federwolken (cirri) noch in großer Höhe über sich schweben sahen. Im Uebrigen ging die Fahrt gut von Statten, und sie landeten glücklich auf einer Wiese.

Glaisher hat noch andere Luftfahrten in den Jahren 1863 und 1864 unternommen und dabei manche interessante Beobachtungen gemacht. So hat es sich gezeigt, daß bei

Digitized by Google

heiterem Himmel die Wärme im Verhältniß zur Höhe viel schneller abnimmt, als bei bedecktem Himmel, so daß man also, wenn der Himmel eine Wolkendecke hat, viel höher steigen kann, ehe man von der Kälte übermäßig belästigt wird. Es ist dies auch den erkannten Gesetzen gemäß, da bei heiterm Himmel die Wärme viel ungehinderter von der Erde in den freien Weltraum hinein zurückstrahlen kann. — Ferner zeigte sich bei diesen Fahrten auch in recht auffallender Weise, wie sehr die Fortpflanzung des Schalls erleichtert wird, wenn er keinen hindernden Gegenstand zu passiren hat und wenn er vom dichteren in das dünnere Mittel, nicht umgekehrt, dringt; die Luftschiffer hörten in einer Höhe von 21,879 Fuß, also über eine Postmeile weit, deutlich das Rollen eines Eisenbahnzuges. Natürlich wirkt hier auch der heitere Himmel günstig; wenn der Schall Gewölk passiren muß, so wird er mehr aufgehalten und geschwächt. — Auch an dem Spectrum des Sonnenlichts (dem Regenbogenbilde, in welches das Sonnenlicht durch ein Glasprisma zerlegt wird,) machten sie bemerkenswerthe Beobachtungen. Es kann hier nur angedeutet werden, daß in diesem Spectrum immer verschiedene dunkle Linien erscheinen, die je nach der Ursache, die sie hervorruft, sich an verschiedenen bestimmten Stellen zeigen. Solche Ursach ist theils die Lichtquelle, also hier die Sonne selbst, theils die Atmosphäre, durch welche die Strahlen dringen müssen. Die dunklen Linien nun, welche in Folge des Durchgangs der Sonnenstrahlen durch die Atmosphäre entstehen, zeigten sich bei den Versuchen in der Luftballonhöhe nicht, so daß also in dieser Beziehung der Einfluß der Atmosphäre dort schon aufhört.

In neuester Zeit ist von Paris aus eine Luftreise ausgeführt worden, die schon vorher durch die geschickte Re-

Digitized by Google

klame des Unternehmers und durch die Großartigkeit der Vorbereitungen, nachher aber durch den traurigen Ausgang die Aufmerksamkeit und die Theilnahme fast ganz Europa's erregte. Die Reise geschah mit einem Ballon von einer Größe, wie vorher noch keiner angefertigt worden war, und in einem Fahrzeuge, das nicht mehr wie sonst die bescheidene Form und die Dimensionen eines Korbes hatte, sondern an Gestalt und Größe sich zu dem Vergleich mit einem Eisenbahnwagen emporschwang; auch die verschiedenen Coupées darin fehlten nicht. Eine nähere Beschreibung des Ballons erfolgt nachher. Der Unternehmer der Fahrt und zugleich Eigenthümer des Ballons war Nadar, die technischen Leiter waren die Gebrüder Godard; im Ganzen gehörten neun Personen zur Reisegesellschaft. Am 18. October 1863 Nachmittags um 5 Uhr stieg der Ballon, der den bezeichnenden Namen Géant (Riese) trug, in Gegenwart des Kaisers Napoleon und einer ungeheuren Menschenmenge in Paris auf. Der Wind trieb nach Nordosten gen Belgien zu, die Reise ging ganz nach Wunsch, und die Passagiere waren in der frohesten Laune. Man hielt sich absichtlich in den unteren Luftschichten, um das in der oberen dünneren Luft so begünstigte rasche Entweichen des Gases zu vermeiden. Man hatte ja keine wissenschaftlichen Untersuchungen zum Zweck, es sollte eine Vergnügungsreise sein, die man möglichst lange ausdehnen wollte. Die Gebrüder Godard, von den Vorbereitungen und von der durchwachten Nacht erschöpft, wünschten, als sie über Holland hinfuhren, zu landen. Aber die Reisegesellschaft, die sich in stolzer Fröhlichkeit von dem Erstaunen und dem Schrecken unterhielt, den ihr Ungeheuer bei Menschen und Thieren erregen würde, wollte diesen Schrecken auch gern noch den ungehobelten Deutschen gönnen, und so wurde denn die

Digitized by Google

Weiterfahrt beſchloſſen. Man kam zu den hannoverſchen Ebenen, flog Morgens 9 Uhr über Diepholz, ſpäter über Niendorf hin. Da man die Eiſenbahn bemerkte, die hier nach der Stadt Hannover führt, ſo ſchien dies eine bequeme Stelle zum Landen, um mit der Eiſenbahn ſchnell wieder in die civiliſirte Welt, nach Paris, zurückzueilen. Aber der deutſche Boden war zu ungeſchickt und zu unhöflich, um den feinen Pariſern recht hülfreich zur Hand zu gehen. Genug, ſie mußten auch die Erfahrung machen, daß das Anlanden das Gefährlichſte von der ganzen Luftpartie iſt. Als die Ventilklappe geöffnet wurde, um Gas ausſtrömen zu laſſen, gerieth dieſe in Unordnung, ſo daß nicht genug Gas entweichen konnte und der Ballon nur ſo weit entleert wurde, daß das Fahrzeug die Erde berührte, aber vom Ballon noch getragen wurde. Der ſcharfe Wind trieb nun den Ballon ſchnell über die Ebene hin; dieſe Fahrt ging aber in ſehr unerquicklichen Sprüngen, denn ſobald die Gondel die Erde berührte, wurden die Verbindungsſtricke ſchlaff, der Ballon, ſo ſeiner Laſt entledigt, hob ſich und riß die Gondel unſanft empor, die dann dafür ſich rächend mit ihrem Gewicht den Ballon wieder abwärts zog. So war zwiſchen Ballon und Gondel ein fortwährender Krieg, die Kriegskoſten mußten aber die Paſſagiere bezahlen. Die Gondel lag bald auf der Seite, bald ſtand ſie wieder aufrecht; die Bewegung war ſo heftig, daß die Wieſe auf lange Strecken hin wie umgepflügt war. Nur durch ihre Zähigkeit, indem ſie aus ſpaniſchem Rohr geflochten war, widerſtand die Gondel ſolchen mächtigen Stößen. Schade nur, daß die Glieder der Menſchen nicht eben ſo zähe waren.

Man warf einen Anker aus; er riß wohl Zäune und Hecken um, zerſtörte Dach und Schornſtein eines Garten-

Digitized by Google

hauses, aber als er endlich die Erde faßte, riß das Hanftau, obgleich es sehr gut gearbeitet und einen Zoll stark war, wie abgebissen durch. Der zweite Anker folgte dem boshaften Vorbild des ersten. Sie hatten keinen dritten zu versenden und waren völlig den Launen des Ballons preisgegeben. Jetzt näherten sie sich der Eisenbahn, auf der ein Zug daherbrauste; die Furcht eines Zusammenstoßes war gegenseitig und wahrlich mehr begründet, als die Furcht vor dem Zusammentreffen unserer Erde mit einem Kometen, die kurz zuvor so viele Gemüther geängstigt hatte. Der Zusammenstoß wurde vermieden, aber kurz vor dem Bahnzuge setzt der Riese über die Bahn, nicht ohne zuvor mannigfache Zerstörungen anzurichten. Die Gondel schlägt nehmlich gegen den Bahndamm, reißt ein Stück heraus und hebt sich dann; dabei stoßen die Verbindungsstricke gegen die Telegraphendrähte und reißen diese mit einem Ruck durch, eine Arbeit, zu welcher die Zugkraft der stärksten Locomotive erforderlich ist. Der Ballon setzt nun in Sprüngen seinen Weg fort und wirft dabei die Passagiere entsetzlich hin und her, so daß sie ganz zerschlagen und geschunden werden und einen Theil ihrer Sachen verlieren. Dadurch und durch endliches Auswerfen von Ballast gewinnt der Ballon die Herrschaft wieder und hebt sich, so daß die Stöße nun aufhören. Um landen zu können, muß aber dem Ballon ein beträchtlicher Theil seiner Steigkraft genommen werden, und doch war die Klappe zum Luftauslassen in Unordnung gekommen und konnte nicht geöffnet werden. Da klettert Jules Godard mit Lebensgefahr an dem Netz des Ballons in die Höhe und öffnet die Klappe. Nun wird der Riese überwunden und fällt gänzlich; aber der Wind hat auch noch ein Wort mitzusprechen. Er macht sich das boshafte Vergnügen, den

Digitized by Google

ganzen Apparat in der Nähe der Stadt Rethem in ein Gehölz zu treiben, an dessen Stämmen und Aesten der Ballon noch einige Zeit lang Holzhauerarbeit verrichtet und dann erschöpft zusammensinkt, um von den herzugelaufenen Bauern angegafft zu werden. Aber was ist nun aus den Passagieren der grande nation geworden? Einige sind so zerschlagen, daß sie still ihr weiteres Schicksal abwarten müssen, einige springen, als der Ballon fällt, vorzeitig aus der Gondel und verletzen sich dabei noch. Wehe aber dem, der mit der Crinoline in den Himmel steigen will! Weibliche Luftschiffer pflegen sonst Mannskleider anzulegen; Frau Nadar aber war mit der Crinoline in die Arche gestiegen, und als sie dieselbe verlassen wollte, bleibt sie hängen, der Riese athmet noch einmal auf und wirft die Gondel so ungeschickt um, daß die unglückliche Frau darunter zu liegen kommt und schrecklich gequetscht wird. Eine schreckliche Last! Die Gondel ist etwa 20 bis 30 Centner schwer, vergebens bemühen sich die Reisenden, sie zu heben; endlich werden Bauern zur Hülfe geholt, denen die Befreiung gelingt, nachdem Frau Nadar zwei Stunden lang in Todesangst und Schmerzen unter der Last zugebracht hat. Nun wurde Anstalt gemacht, Personen und Sachen, Kranke und Gesunde nach der nächsten Eisenbahnstation zu Rethem zu bringen. Aber nun die babylonische Sprachverwirrung! Die Söhne der großen Nation sind höchst entrüstet über dies peuple sauvage, das nicht einmal ihre Sprache versteht und zum Theil mit der Hülfe säumt, weil diese Naturkinder nicht verstanden, was von ihnen gefordert wurde. Der Eine aus der Gesellschaft, Monsieur d'Arnould, erkühnt sich sogar, durch Drohen mit dem Revolver die Bauern zur Hülfsleistung zu zwingen. Die Herren hatten wohl Waffen mitgenommen, weil sie fürchteten, in deutscher

Digitized by Google

Luft unter Menschenfresser zu kommen. Doch genug davon; der schlimme Ausgang der mit so großer Ruhmredigkeit unternommenen Fahrt mag sie wohl unmuthig gemacht haben. Ohne Verletzung war kaum Einer, mehrere hatten sehr bedeutende Quetschungen, der Eine hatte den Arm gebrochen. Die Eisenbahn schaffte sie bald alle nach Paris.

Nun noch etwas von der Form und den Dimensionen dieses Riesen unter den Ballons. Er bestand aus zwei übereinander hängenden Ballons, von denen der obere größere birnförmig und mit Gas gefüllt war, während der untere kleinere bei ähnlicher Form zuerst ganz schlaff darunter hing und den Zweck hatte, oben in der dünnen Luft das ausströmende Gas des oberen aufzunehmen. Der größte Durchmesser des obern Ballons war 70 Fuß, seine Höhe 100 Fuß, die Höhe des untern 24 Fuß, die ganze Höhe mit der Gondel und den Verbindungsstricken 150 Fuß. Wer von dieser Höhe nicht gleich eine klare Anschauung hat, der bedenke, daß die Höhe des königlichen Schlosses zu Berlin (ohne Kuppel) 110 Fuß beträgt. So wird man auch die Kühnheit des Jules Godard zu würdigen wissen, der in solcher Höhe am Ballon hinaufstieg, um die Klappe zu öffnen. Der Ballon war aus mehr als 20,000 Ellen starkem, gefirnißten Seidenzeuge gefertigt und kostete mit dem übrigen Zubehör 26,000 Thaler. Zu seiner Füllung gehörten ca. 190,000 Kubikfuß Gas. An diesem Tage feierte man in Deutschland das Jubelfest der Schlacht von Leipzig; das zu dem Ballon verbrauchte Gas reichte hin, um die ganze Beleuchtung der Stadt Bremen an diesem Jubelabende zu versorgen. So wird man den Aufwand ermessen können, welchen solche Luftreise verursacht. Freilich reichte der Ballon auch für mehr Personen hin; bei einem vorläufigen Probeaufflug in Paris sollen 35 Per-

Digitized by Google

sonen mit aufgestiegen sein, die er nach seinen Dimensionen auch wohl tragen kann. Die Gondel war in Kastenform und hatte bei 9 Fuß Breite und ebenso vieler Höhe 14 Fuß Länge, hatte oben eine Plattform und an den vier Seiten zusammen 12 Fenster und 2 Thüren. Was das Gewicht anbetrifft, so wog der Ballon ohne Füllung 6 Centner,

die Gondel	24	„
die Taue ꝛc.	17	„
Werkzeuge ꝛc.	5	„
9 Personen	12	„
Summa	64	Centner.

Wir werden nachher aus einer Tabelle ersehen, daß der Ballon seiner Ausdehnung nach mehr als das Dreifache tragen konnte.

Am 26. September 1864 hat Nadar mit seinem wiederhergestellten Géant, ebenfalls mit zusammen neun Personen, von Brüssel aus wiederum eine Luftreise angetreten. Es war das Jahresfest der Unabhängigkeit Belgiens, der König mit seiner Familie und eine ungeheure Volksmenge waren zugegen. Bei der Füllung hielten 200 Soldaten die Seile und konnten kaum die Kraft des Riesen bewältigen. Als etwas Neues war in der Gondel eine Glocke mit vier Federn angebracht. Von jeder Feder hing eine Schnur, die verschieden, 150, 300 ꝛc. Fuß lang war, herab und endigte mit einem Gewicht. Es sollte dies zum Schutz dienen, damit sie sich in der Nacht nicht unbemerkt dem Erdboden zu sehr näherten. Sobald nehmlich das Gewicht einer Schnur am Erdboden aufstößt, so löst sich die betreffende Feder und die Glocke fängt an zu läuten. Die Fahrt begann Abends um halb sechs Uhr und verlief glücklich. Um 10 Uhr Abends landete die Reisegesellschaft wohlbehalten bei Ypern in Westflandern. Der Riese wird nun

Digitized by Google

wohl seine Rundreise durch die Hauptstädte Europa's machen. Möge er von recht vielen Lesern dieser Blätter als ein alter Bekannter begrüßt werden.

Zum Schluß wollen wir noch etwas über die Berechnung der Steigkraft eines Ballons hinzufügen. Es habe z. B. ein Ballon Kugelform und dabei 26 Fuß Durchmesser, wie der von dem Professor Charles zuerst angewendete, so ist sein Inhalt 9000 Kubikfuß. Es werden also durch seinen Umfang 9000 Kubikfuß atmosphärische Luft verdrängt. Diese wiegen 825 Pfund. Das Gas ist etwa sechsmal leichter, das Gas im Ballon also $^{825}/_{6}$ = 137 Pfund schwer; es bleiben also noch 687 Pfund Steigkraft, wenn der Ballon kein Gewicht hätte. Beträgt das Gewicht der Hülle 100 Pfund, die Gondel mit zwei Menschen und Ballast 500 Pfund, so bleiben 87 Pfund Steigkraft, welche hinreichen, den Ballon zu einer beträchtlichen Höhe zu erheben. Die Steigkraft wächst natürlich mit der Größe des Ballons. Folgende Tabelle zeigt die Steigkraft von kugelförmigen Ballons mit verschiedenen Durchmessern nach Abzug des Gewichts der seidenen Hülle, doch ungerechnet alle andere Belastung, und mit Gas gefüllt, das sechsmal leichter als atmosphärische Luft ist.

Bei	5	Fuß	Durchmesser	ist	die	Steigkraft	$1^{1}/_{5}$	Pfd.
„	10	„	„	„	„	„	24	„
„	20	„	„	„	„	„	225	„
„	30	„	„	„	„	„	928	„
„	40	„	„	„	„	„	2276	„
„	50	„	„	„	„	„	4542	„
„	60	„	„	„	„	„	7955	„
„	80	„	„	„	„	„	19546	„
„	100	„	„	„	„	„	37796	„

Kleine Ballons, die man zum Vergnügen im Zimmer

Digitized by Google

oder im Garten will steigen lassen, müssen folgende Dimensionen haben. Ballons von Wachstaffent mit unreinem Wasserstoffgas gefüllt, haben bei 5 Fuß Durchmesser erst 1⅕ Pfund Steigkraft; bei 1½ Fuß Durchmesser ist ein solcher Ballon gerade so schwer als die Steigkraft des eingeschlossenen Gases; wenn er steigen soll, muß er also wenigstens 2 Fuß Durchmesser haben. Zu kleineren Ballons muß man leichteres Material nehmen; es eignet sich dazu das Collodium (Auflösung der Schießbaumwolle in Salpetersäure). Ballons von diesem Stoff steigen, mit Wasserstoffgas gefüllt, bei den kleinsten Dimensionen. Größere können von Goldschlägerhaut (aus den obersten Häuten der Rindsdärme angefertigt) sein, doch nicht unter 9 Zoll Durchmesser; soll ein solcher mit Leuchtgas gefüllt werden, so muß er wenigstens 1½ Fuß Durchmesser haben. Will man kleine Montgolfieren von Papier anfertigen, in denen man dann die Luft durch eine untergehaltene Spiritusflamme erwärmt, so gebe man ihnen zwei Fuß Durchmesser.

So kann man die Luftschifffahrt als ein Experiment im Kleinen in der Stube nachahmen. Wer aber Muth und sonstige Mittel und Lust hat, eine Luftfahrt im Großen zu machen, der findet dazu wohl hier und da Gelegenheit, denn es wird immer wieder Luftschiffer geben, die auf die Schaulust der Menge speculiren. Wer aber hofft, einmal einen geregelten Luftschifffahrtsverkehr, sei es auch nur zu irgend einem bestimmten, beschränkten Zweck, entstehen zu sehen, der kann lange warten, und von uns wird es keiner erleben.

Digitized by Google

Sechster Vortrag.

Von dem Winde und der Windrichtung.

(Hierzu die Karte.)

Von dem Winde soll dieser Vortrag handeln. Es sieht damit aber gar nicht so windig aus, als Mancher wohl denkt. Die meisten Menschen meinen noch immer, der Wind sei ein gar geheimnißvolles Ding mit den wunderlichsten Launen, dahinter man nimmer kommen und daraus man nie klug werden könnte. Aber es ist gar nicht so arg, man thut ihm viel Unrecht und seinem Herold, der Windfahne, auch; die Windfahne könnte es sich fast verbitten, daß man sie zum Bilde eines launenhaften oder gesinnungslosen Menschen nimmt, eines Menschen, der ohne guten und vernünftigen Grund bald so, bald anders ist.

Es geht vielmehr mit dem Winde auf sehr gesetzmäßige und ordentliche Weise zu; er hat eigentlich gar keine Launen, sondern handelt nach bestimmten, festen Principien, und meistens kann man es wohl nachweisen, warum er es so oder anders macht. Für manche Fälle, wo er noch launenhaft erscheint, wird wohl die Wissenschaft später auch noch Aufklärung bringen, besonders wenn sich mehr solche gescheute Leute darüber machen wie unser Professor Dove in Berlin. Dove hat in neuerer Zeit dem Winde am besten

Digitized by Google

in die Karten gesehen; freilich vor diesem haben ihm auch andere kluge Leute schon Manches abgelauscht.

Der älteste von diesen ist Aeolus; das ist freilich eine mythische Person, von der man nichts Sicheres weiß. Es werden im Alterthum drei verschiedene Aeolus genannt, die oft vermengt werden. Der Aeolus, der uns hier angeht, ist wohl ein Abkömmling des Aeolus, der einer der Stammväter der Griechen war. Unser Aeolus also soll ein König auf einer der liparischen oder aeolischen Inseln bei Sicilien gewesen sein. Die Sage erzählt, er sei sehr fromm und gefällig gegen Fremde gewesen, habe den Gebrauch der Segel gelehrt und aus dem Nebel und Rauch jener vulkanischen Inseln Wind und Wetter vorausgesagt. Er war also darin Dove's Vorgänger. Damals gab es aber noch keine Vereine, in denen Vorträge für Jedermann gehalten wurden und worin Jeder die Gründe zu solchen Voraussetzungen erfahren konnte. Darum erfuhren auch die Leute dergleichen nicht und deshalb meinten sie, der Aeolus habe die Winde in seiner Gewalt und könne sie beliebig loslassen oder einsperren. So wurde er später zum Gott der Winde gemacht und sollte nun ein Sohn des Jupiter oder des Neptun sein.

Dieser Windgott sollte seinen Sitz in einer unterirdischen Höhle jener Inseln haben, aus welcher öfters ein heftiger Wind hervorbrach. (Jene Inseln zeigen Ueberreste früherer vulkanischer Ausbrüche, und es giebt dort unterirdische Höhlen, die wohl mit dem Aetna zusammenhängen.) Nach einer andern Sage residirte er in einer Höhle in Thracien. Aus Homers Odyssee wissen wir, daß Odysseus auf seinen Irrfahrten auch zum Aeolus kam, der aber nicht in einer Höhle, sondern ganz anständig in einer Stadt mit ehernen Mauern wohnte, und daß dieser dem Odysseus

Digitized by Google

beim Abschiede einen Sack voll Wind zum beliebigen Gebrauch für seine Seefahrt mitgab.

Der Nachfolger des Aeolus, unser Dove, kann freilich den Schiffern solchen Windvorrath nicht mitgeben; aber er giebt ihnen etwas Besseres mit, eine durch die Erfahrung hinlänglich bestätigte Theorie der Winde und Stürme, bei deren vernünftigem Gebrauch sie besser vor den Gefahren der Stürme bewahrt bleiben als Odysseus mit seinem Windsack, der ihm bekanntlich kurz vor seiner Heimath noch zum Verderben wurde. Denn seine neugierigen Gefährten öffneten den Sack zur Unzeit, und es brach nun aus diesem ein Sturm hervor, der das Schiff wieder weit ins Meer zurücktrieb.

Die Leute im Alterthum machten sich also bei diesem Glauben an einen Windgott nicht viel Kopfzerbrechens über die Winde. Fing ein Wind an zu wehen, so hieß es, Aeolus habe wieder einmal seine Höhle geöffnet und diesen oder jenen Wind herausgelassen. Damit waren sie fertig; alle Launen des Windes wurden dem guten Aeolus in die Schuhe geschoben; er war der launenhafte Gott, den besonders die Schiffer sich zum guten Freunde zu erhalten suchten.

Nachdem nun aber die Herrschaft des Aeolus aufgehört hat, müssen wir uns auf andere Weise die Antwort auf die Frage suchen, woher der Wind kommt und wohin er geht. Darauf wollen wir nun näher eingehen.

Wir fragen also zunächst nach der Ursach der Winde und zwar zuerst ganz im Allgemeinen, wie überhaupt Wind entsteht, und sehen dann, wie es sich mit den besonderen Richtungen der Winde und deren Ursachen verhält.

Also die Ursach des Windes im Allgemeinen erforschen wir zunächst. Es wird uns dazu die Frage verhelfen,

Digitized by Google

was denn der Wind eigentlich sei. Wind ist eine Bewegung der Luft, die schnell genug ist, um sich deutlich bemerkbar zu machen. Es gehört dazu eine Schnelligkeit von wenigstens vier Fuß in der Sekunde, oder von ½—¾ Meilen in der Stunde. Da hält also der Wind mit einem guten Fußgänger Schritt. Gewöhnliche Winde, bei denen man wohl sagt, es sei windig, durchlaufen 20—30 Fuß in der Secunde, oder 3—4 Meilen in der Stunde, heftige Winde aber 40—60 Fuß, respective 7—11 Meilen. Da können kaum noch die Lokomotiven bei aller Anstrengung mitkommen. Die Winde aber, die zu den Schnellläufern unter ihres Gleichen gehören, nehmen auch einen stolzeren Namen an; sie nennen sich Stürme bei einer Geschwindigkeit von etwa 120 Fuß in der Sekunde, und Orkane, wenn sie 30—40 Meilen in der Stunde schaffen. Sie können schon auf einen höheren Titel Anspruch machen, denn mit ihrer Geschwindigkeit wächst auch ihre Macht; sie wenden sie freilich nicht immer segensreich an, sie betragen sich oft wohl zornig und unwirsch und zertreten und zerstören in ihrer ungebändigten Wuth Alles, wohin sie kommen. Aber das ist auch sonst wohl manchmal die Art der hohen und gewaltigen Herren gewesen. Doch mit diesen Namen nennen blos wir Landratten die Winde; was aber ein richtiger Seemann ist, der hat andere Ausdrücke, und wenn wir einmal eine Seereise machen, so müssen wir das wohl wissen. Da redet man von Wind blos, wenn man seine Richtung nach dem Kompaß bezeichnen will; nimmt man Rücksicht auf seine Stärke, so wird der Wind „Kühlte" getauft, und man redet dann je nach seiner Geschwindigkeit von einer flauen Kühlte, Bramsegelkühlte, Marssegelkühlte und von einer steifen Kühlte. Wächst die Geschwindigkeit über 40 Fuß in der Sekunde, so beginnt

Digitized by Google

der Sturm, und fährt die Kühlte mit einer Geſchwindigkeit von 100 Fuß daher, ſo iſt es ein fliegender Sturm.

Aber wie kommt nun die Luft in ſolche Bewegung? Durch Alles, was ſie in ihrem Gleichgewicht ſtört. Sie läßt ſich nicht gern aus dem Gleichgewicht bringen, es iſt ihr das ein unerträglicher Zuſtand, und deshalb bemüht ſie ſich, gleich wieder ihr Gleichgewicht herzuſtellen. Dazu muß ſie bald hier, bald dorthin laufen; wo man ſie zu leicht und dünn gemacht hat, dahin eilt ſie, um den Mangel wieder auszufüllen. Sie hat aber gar manche Feinde, die ihr keine Ruhe laſſen, und ſo muß ſie ſich fortwährend abquälen, das geſtörte Gleichgewicht herzuſtellen, und kommt damit doch nie zu Ende; ſie hat wirklich das ruheloſeſte Daſein von allen Geſchöpfen auf der Erde.

Ihr Hauptfeind iſt die Wärme; dieſe dringt in ſie ein, dehnt ſie aus und macht ſie dünner und leichter; die leichte Luft muß nun in die Höhe ſteigen. Wo alſo eine Stelle der Erde mehr erwärmt wird, da ſteigt die Luft auf und ſammelt ſich oben an; bald wird es oben zu viel und ſie muß dort nach allen Richtungen hin abſtrömen. Unten aber, wo die Luft aufwärts geſtiegen iſt, iſt nun Platz, und dahin dringt von den Seiten her die kältere, ſchwerere Luft. So haben wir alſo eine Luftſtrömung oben und eine Luftſtrömung unten, einen oberen und einen unteren Wind. — Nun macht ſich aber die Sonne bei ihrem täglichen Spaziergang um die Erde das Vergnügen, abwechſelnd erſt die eine, dann die andere Stelle der Erde zu erwärmen; dadurch wird die Luft immer in Athem geſetzt, muß auf- und niederſteigen und hierhin und dorthin fließen. Das bringt uns namentlich den Morgenwind, der bei und kurz vor dem Aufgange der Sonne entſteht. Dies obere Abſtrömen und untere Zuſtrömen der Luft bei einem er-

Digitized by Google

wärmten Ort zeigt uns im Winter jede geheizte Stube, wenn man die Thür ein wenig öffnet; hält man an der geöffneten Spalte oben ein brennendes Licht, so wird die Flamme von der ausströmenden Luft nach außen getrieben; unten aber wendet die eindringende Luft die Flamme nach innen; in der Mitte heben sich beide Strömungen gegenseitig auf und die Flamme bleibt aufrecht stehen.

Ein anderer Feind, der die Luft in Bewegung bringt, der aber eigentlich nur ein Abkömmling der Wärme ist, ist die Veränderlichkeit des in der Luft befindlichen Wasserdunstes. An der Oberfläche der Gewässer verwandelt sich fortwährend Wasser in Wasserdunst, dieser steigt in Gasform in die Atmosphäre auf und vermehrt also die Gasmenge, die Luft wird dadurch dichter und ihre Spannkraft vermehrt. Bei Steigerung der Temperatur an einem Orte wird dort auch die Verdunstung vermehrt. So wird die Atmosphäre in verschiedenen Gegenden auch mit verschiedener Menge Wassergas gefüllt; dadurch wird ihre Spannkraft in ungleichem Grade verändert, und es ist damit eine fortwährende Ursach zu Luftbewegungen gegeben.

Aber auch der entgegengesetzte Fall bewirkt eine Störung des Gleichgewichts in der Luft, wenn nehmlich das Wassergas durch Abkühlung wieder zu Wasserbläschen wird und so seine Gasform verliert. Als Wasser nimmt es einen weit kleineren Raum ein als in Gasform; beim Uebergang aus der letztern in Wasser verliert die Atmosphäre in dieser Gegend eine Menge Gas, es entsteht ein Deficit, und die umliegende Luft beeilt sich, durch Hinzuströmen dasselbe auszufüllen. So verwandelt sich namentlich bei Gewittern oft eine ungeheure Menge Wassergas in kurzer Zeit in Regen; dadurch wird dort die Luft plötzlich so verdünnt, daß von allen Seiten her andere Luft

Digitized by Google

mit großer Heftigkeit zuströmt, und so die bei Gewittern häufigen Stürme entstehen.

Ein recht anschauliches Bild davon, wie durch die Erwärmung und Abkühlung der Luft Winde entstehen, ist der regelmäßige Wechsel der Land- und Seewinde, die sich an der Meeresküste fast täglich zeigen; besonders ist dies an den Küsten zwischen den Wendekreisen der Fall, aber auch häufig in der gemäßigten Zone, z. B. bei Italien, Griechenland und selbst an der Ostsee, besonders regelmäßig aber bei den meisten Inseln. Selbst bei den größeren Landseen in Nordamerika und in der Schweiz finden sich diese Winde.

Es verhält sich damit nehmlich so: des Morgens, einige Zeit nach Sonnenaufgang, erhebt sich der Seewind, vom Meere gerade gegen das Land zu, zuerst schwach, dann immer stärker und Nachmittags zur Zeit der größten Tageshitze am stärksten. Gegen Abend tritt eine Windstille ein, und in der Nacht weht umgekehrt der Landwind, vom Lande dem Meere zu, und gewinnt seine größte Stärke gegen Sonnenaufgang. Der Grund dieser Erscheinung ist leicht zu erkennen; durch die Strahlen der aufgehenden Sonne nehmlich wird das Land schneller und mehr erwärmt als das Wasser, weil es wegen seiner größern Dichtigkeit und Ruhe die Sonnenstrahlen leichter aufnimmt als die weniger dichte und bewegliche See. So wird ja auch eine Metallplatte leichter warm als Wasser, aber kühlt freilich auch schneller wieder ab als dieses. So wird nun bei Tage das Land und darum auch die Luft über dem Lande wärmer als die Luft über dem Meere; sie steigt über dem Lande in die Höhe, und die kältere Luft vom Meere her dringt an ihre Stelle, also ein Seewind vom Meere nach dem Lande. In der Nacht kühlt sich das Land

Digitized by Google

und die darüber befindliche Luft schneller ab als die Luft über dem Meere und strömt daher vom Lande dem Meere zu, wo die wärmere, dünnere Luft von ihr verdrängt wird. Diese Winde, Brisen genannt, sind übrigens im Ganzen nur schwach, sind aber gleichwohl für die heißen Gegenden eine große Wohlthat, indem dadurch die Tageshitze nicht unbedeutend gemildert wird.

Diese Land- und Seewinde sind eine kleine Probe davon, wie es in viel großartigerer Weise auf der ganzen Oberfläche der Erde zugeht, und wie auf derselben bestimmte Windrichtungen entstehen, die zwar in vielen Gegenden durch andere Einflüsse gehemmt und abgeändert werden, in andern aber in constanter Weise Jahr ein, Jahr aus wehen, und aus denen sich eine Uebersicht und eine Gesetzmäßigkeit der anscheinend so ganz zufällig und regellos eintretenden Winde auf der ganzen Erde gewinnen läßt. Hierbei ist aber nicht die Wärme allein thätig, sondern sie hat einen Bundesgenossen, der mit ihr zusammen fort und fort an dem großen Werk arbeitet; dieser Bundesgenosse ist die Umdrehung oder die Rotation der Erde. Diese beiden Genossen, Wärme und Rotation, bringen zunächst die ganz regelmäßig wehenden Passatwinde hervor. Wir wollen zunächst diesen Winden in ihrem Lauf nachgehen und dann in die geheime, lange Zeit verborgen gewesene Werkstatt hineinschauen, in der sie erzeugt werden.

Wir müssen eine recht bedeutende Reise machen, um diese Winde zu verfolgen, denn sie nehmen ihren Lauf um die ganze Erde. Um sie nicht aus dem Gesicht zu verlieren, thun wir gut, uns eine Karte von der ganzen Erde, einen Planiglobus vorzunehmen.

Diese Winde wehen in der heißen Zone und in den zunächst anstoßenden Theilen der gemäßigten Zone das

Digitized by Google

ganze Jahr hindurch, und zwar auf der nördlichen Halbkugel von Nordost, auf der südlichen von Südost her. In bestimmter Regelmäßigkeit wehen sie jedoch nur auf dem Meere und besonders merklich erst etwa 40 Meilen von dem Lande entfernt. Je mehr diese Winde sich dem Aequator nähern, desto mehr gehen sie aus Nordost und Südost in Ost über, so daß sie endlich reine Ostwinde werden und also auf dem atlantischen Ocean von Afrika nach Mittelamerika, und auf der südlichen Halbkugel von Afrika nach Südamerika wehen. Im großen stillen Ocean ist ihr Lauf von Amerika nach Asien und Australien. Diese Winde waren es, welche die Genossen des Columbus auf seiner ersten Entdeckungsreise so besorgt machten; da sie nehmlich von dem Winde unablässig nach Westen getrieben wurden, so fürchteten sie, daß ihnen dadurch die Rückkehr nach Europa unmöglich gemacht würde. Wir werden sehen, wie die Rückreise in anderer Weise bewerkstelligt wird.

Weil diese Winde die Ueberfahrt von einem Festlande zum andern so sehr erleichtern, so heißen sie Passate d. h. Ueberfahrtswinde; die Engländer nennen sie Handelswinde, die Franzosen vents alizés d. h. regelmäßige Winde. Von den spanischen Schiffern wurden sie scherzweise auch Damenwinde genannt, weil sie die Schifffahrt so leicht machen, daß eine Dame das Steuer führen könnte.

Wo in der Gegend des Aequators die beiden Passate von Nord und Süd zusammentreffen, heben sie sich einander ganz auf und bilden die Gegend der Windstillen oder Calmen. Sowohl von den Windstillen als von den Passaten wollen wir nachher noch Näheres beibringen; jetzt wollen wir erst die Ursachen dieser Erscheinungen betrachten.

Digitized by Google

Da fordert zunächst die Wärme, die von der Sonne ausgeht, ihre Beachtung, denn diese ist die Kraft, welche zur ganzen Luftbewegung den ersten Anstoß giebt. In den Gegenden des Aequators, wo die Sonnenstrahlen fast senkrecht den Erdboden treffen, wird Erde und Luft viel stärker erwärmt als weiter nach den Polen hin; die Luft wird dadurch dort dünner und leichter, während sie nach den Polen zu kälter und dichter bleibt. Die Folge davon ist, daß in den tropischen Gegenden die verdünnte Luft in die Höhe steigt, und unten die dichtere Luft von den Polargegenden her nach dem Aequator strömt. So hätten wir denn zunächst unten auf der Oberfläche der Erde eine beständige Luftströmung von den Polen nach dem Aequator, also auf der nördlichen Halbkugel einen Nordwind, auf der südlichen einen Südwind. Wo bleibt aber die Luft, die in den tropischen Gegenden in die Höhe steigt? Sie muß sich natürlich einen Abfluß nach beiden Seiten hin suchen, und dazu findet sie auch Raum, denn indem die Luft von den Polargegenden fortströmt, fängt es endlich dort auch an zu fehlen; es findet so die in der heißen Zone aufgestiegene Luft Gelegenheit, oberhalb nach den Polen hinzuströmen. Auf dieser Wanderung wird sie allmählig kälter und dichter, senkt sich wieder und kehrt, wenn sie sich die Polargegenden besehen hat, unten wieder nach ihrer heißen Heimath zurück, um dort von neuem in die Höhe getrieben zu werden und ihren Kreislauf wieder zu beginnen. So giebt es auf beiden Halbkugeln einen untern und einen obern Wind, die einander entgegengesetzt sind.

So weit besorgt dies Alles die Wärme allein; aber nun kommt noch der andere Genosse dazu, von dem wir vorher schon sprachen. Der hilft auch noch, giebt aber nach seiner Weise der Sache eine andere Wendung. Dieser

Gehülfe ist die Rotation der Erde um ihre Achse, welche bekanntlich von Westen nach Osten erfolgt.

Die Einwirkung, welche diese tägliche Umdrehung der Erde auf die Luftströmung ausübt, ist ein wenig verwickelt, wir müssen daher unsere Aufmerksamkeit schärfen. Wir wollen uns in Gedanken auf einen Ort unter dem Aequator hinstellen, etwa an der Westküste von Afrika am Meerbusen von Guinea. Wir blicken nach Osten, also in Afrika hinein; die Erde dreht sich mit uns auch nach Osten hin, so daß wir, zwar stillstehend, doch mit unserm Standpunkt schnell gen Osten eilen. Nach 24 Stunden haben wir den großen Kreislauf der Erdumdrehung mit ihr vollendet und haben in dieser Zeit einen Weg von 5400 Meilen gemacht, denn so groß ist der Umfang der Erde unter dem Aequator. Wir haben uns also außerordentlich schnell bewegt, in der Minute beinahe 4 Meilen; wenn diese Fahrt gegen die still stehende Luft gehen sollte, so würden wir letztere als einen furchtbaren Orkan empfinden, dergleichen es sonst auf Erden gar nicht giebt. Aber glücklicher Weise gehört die Luft auch mit zur Erde und nimmt an ihrer Umdrehung auch mit Theil; so macht denn die Luft die Fahrt so schnell mit als wir, und wir fühlen von ihrer Bewegung nichts.

Nun wollen wir weiter nach einem Pole hin gehen und uns etwa an das Nordcap am äußersten Nordende von Norwegen hinstellen. Der Umkreis, den dort die Erde gleichlaufend mit dem Aequator hat, ist etwa nur 1800 Meilen; wir durchreisen dort also in der Minute nur ungefähr $1\frac{1}{3}$ Meilen, immer noch eine respectable Schnelligkeit, die unsere Dampfwagen nimmer erreichen werden, aber doch bedeutend langsamer als am Aequator. Der Luft geht es natürlich auch so, sie wird dort in der Polargegend

Digitized by Google

durch die Rotation der Erde auch in langsamere Bewegung gesetzt als in der heißen Zone. Nun ist allen Dingen das Beharrungsvermögen eigen, d. h. sie haben das Streben, in dem Zustand der Ruhe oder Bewegung, in welchem sie sich befinden, zu verbleiben. Eine rollende Kegelkugel möchte mit ihrer ursprünglichen Schnelligkeit ohne Ende fortrollen, wenn nur nicht der Widerstand der Luft und die Reibung an der Bahn ihr endlich Stillstand geböten. Wenn wir schnell auf einem Wagen fahren, und derselbe hält plötzlich an, so fallen wir nach vorn über, denn unser Körper beharrt noch in der ihm mitgetheilten Bewegung nach vorn; aber ebenso, wenn wir ganz langsam fahren, und die Pferde ziehen plötzlich an und gallopiren davon, so fallen wir nach hinten zurück, weil unser Körper noch in der langsamen Bewegung verharrt. Die Luft macht es ebenso; in der Polargegend ist ihr eine verhältnißmäßig langsame Rotationsbewegung nach Osten zu mitgetheilt; durch den Einfluß der Wärme wird sie gezwungen, nach der heißen Zone hinzufließen; aber ihre langsame Bewegung nach Osten will sie dabei behalten, davon kann sie sich sobald nicht losmachen. So kommt sie nach den tropischen Gegenden, etwa nach der Westküste von Afrika beim nördlichen Wendekreis, wo Alles viel schneller rotirt, d. h. nach Osten zu eilt; das kann sie nicht gleich mitmachen, man muß sich doch daran erst allmählig gewöhnen. Sie bewegt sich zwar auch nach Osten, aber viel langsamer als die andern Theile der Erde dort. Sie bleibt zurück, Afrika und das atlantische Meer eilen unter ihr fort, ohne daß sie so schnell mit kann; sie kommt also allmählig von Afrika nach Amerika an, d. h. sie hat trotz ihrer Rotation nach Osten hin doch für diesen Theil der Erdoberfläche einen Weg von Osten nach Westen gemacht, sie ist also jedenfalls denen, mit

Digitized by Google

welchen sie auf dem atlantischen Ocean zusammengetroffen ist, als ein von Osten kommender Wind erschienen. Und so ist es in der That, sie ist bei ihrer Wanderung vom Pol zum Aequator, je nachdem sie vom Nordpol oder Südpol herkommt, aus einem Nord- oder Südwind allmählig ein Nordost- oder Südost- und endlich vollkommen ein Ostwind geworden. So empfindet es auch Jemand, der oben frei auf einem Eisenbahnwagen sehr schnell nach Osten fährt; es ist vielleicht ein sehr schwacher Westwind, der auch nach Osten strebt, also in derselben Richtung wie der Eisenbahnzug; aber der Bahnwagen fährt schneller, der Wind bleibt zurück, und man empfindet es so, als ob der Wind entgegenkäme, als ob er ein Ostwind wäre.

In der Mitte am Aequator stoßen die beiden Winde, die vom Nordpol und vom Südpol her kommen, zusammen und hindern sich gegenseitig. Zugleich ist dort der großen Hitze wegen die aufsteigende Bewegung der Luft, es kann also dort gar keine horizontale Luftbewegung, d. h. gar kein Wind stattfinden; wir sind in der Region der Windstillen. Durch die rasch aufsteigende Luft werden dort aber auch viel Wasserdünste mit in die Höhe geführt, es bilden sich schnell Wolken, Electricität sammelt und entladet sich. Dadurch entstehen plötzliche lokale Luftverdünnungen, und die furchtbarsten Stürme sind die Folgen davon. So haben Schiffe, welche in die Gegend der Calmen kommen, eine doppelte Gefahr zu bestehen; kein Wind bläst in die Segel, mit dem sie aus dieser Gegend hinauskommen könnten, so daß die Mannschaft solcher Schiffe öfters schon den Hungertod gefunden hat. Und doch sind häufig heftige Stürme, die ihnen den Untergang drohen, ohne sie aus diesen gefährlichen Gegenden hinauszuführen. Der schlimmste Theil dieser Region ist die sogenannte

Digitized by Google

Regen- oder Donnersee zwischen 4° und 10° nördlicher Breite und zwischen dem Meridian des grünen Vorgebirges und und dem der östlichsten von den Inseln des grünen Vorgebirges. Es hütet sich jeder Schiffer, dieser Gegend nahe zu kommen; sie ist von häufigen Regengüssen und heftigen Gewittern heimgesucht, und doch erhebt sich kein Wind, um aus dieser furchtbaren Gegend hinauszuführen. Fährt man mit Dampf, so ist die Gefahr freilich geringer, und englische Dampfschiffe machen es sich deshalb in neuerer Zeit zur besonderen Aufgabe, in jenen Gegenden zu kreuzen, um Segelschiffe, die dorthin gerathen sind, zu retten.

Wir haben nun noch die obere Luftströmung, den Aequatorialstrom, zu betrachten, der in den oberen Schichten vom Aequator zu den Polen fließt. Auch dieser Strom kann wegen der Rotation der Erde sich nicht direkt südlich und nördlich nach den Polen hin bewegen, sondern erleidet auch, aber gerade in entgegengesetzter Weise als die untere Strömung, eine Ablenkung. Diese Luftströmung kommt ja aus Gegenden, die eine schnelle Rotation haben, sie hat also auch eine schnelle Bewegung nach Osten hin. Nun kommt sie allmählig in Gegenden, die langsamer rotiren, deshalb eilt sie, da sie ihre Rotationsgeschwindigkeit nicht gleich verlieren kann, der Bewegung jener Orte nach Osten hin voraus, oder sie überholt gleichsam bei ihrer Rotationsbewegung diese Orte. Sie zieht in der Richtung nach Osten über ihnen fort und erscheint also als Westwind; aber in Verbindung mit ihrer Strömung nach den Polen hin erscheint sie natürlich auf der nördlichen Halbkugel als Südwestwind, auf der südlichen Halbkugel als Nordwestwind.

Aber woher weiß man denn, daß dort oben wirklich

Digitized by Google

solche Winde wehen? Es sind mancherlei Umstände, die davon Zeugniß geben. Zunächst thun es in den Passatregionen die hoch ziehenden Wolken kund, die fast immer eine Richtung von Südwest haben, während unten der Passatwind von Nordost her weht. Oder steigen wir selbst in solche Höhe hinein, etwa auf einer Reise nach den canarischen Inseln an der Westküste Afrika's; dort finden wir auf der Hauptinsel Teneriffa einen vulkanischen Berg, den Pico de Teyde. Wenn wir diesen Berg besteigen, was zwar etwas beschwerlich ist, denn er ist 11,400 Fuß hoch, so finden wir dort oben einen Südwestwind, während unten der Nordostwind vorherrschend ist. Dasselbe können wir wahrnehmen, wenn wir unsere Reise nach dem großen Ocean zu den Sandwich-Inseln fortsetzen und dort auf der Insel Owaihi die bis zu 14,000 Fuß hohen Berge besteigen. Daß uns die Einwohner dort erschlagen, wie sie es leider 1779 mit dem Weltumsegler Cook gethan haben, brauchen wir jetzt nicht mehr zu fürchten, denn sie sind seitdem civilisirter geworden. Ein anderer Zeuge von dem hochgehenden Aequatorialwinde ist auch die Asche, die von Vulkanen ausgeworfen wird. Blicken wir auf der Karte nach Mittelamerika hin, so finden wir unter den kleinen Antillen die Insel St. Vincent; bei einem Ausbruche des Vulkans auf dieser Insel flog die Asche nach der Insel Barbados hin, obgleich St. Vincent 20 Meilen westlich von Barbados liegt und obgleich unten der Nordostpassat wehte. Dasselbe geschah im Februar 1835 in Guatemala, wo ebenfalls die Asche von dem Vulkan Cosiguina nach der zu den großen Antillen gehörigen Insel Jamaika flog, also auch mit einem Südwestwinde, während unten Nordostwind war.

Und wir im mittleren Europa können auch gar viel

Digitized by Google

von diesem südwestlichen Aequatorialstrom spüren, nur daß er bei uns nicht mehr blos hoch oben in den Lüften ist, sondern sich zu uns herunterbemüht; denn wenn er in unsere angenehme Temperatur kommt, so kühlt er sich schon recht ordentlich ab, er ist dann nicht mehr so leicht, wird schwerer und ernster und steigt bedachtsam zu uns hernieder. Unsere häufigen Südwestwinde haben wir also dem zurückfließenden Passate zu verdanken.

Wir wollen nun noch die Fahrt mit dem untern Passate, die wir vorher schon im allgemeinen Umriß angaben, noch genauer verfolgen. Wenn die ganze Oberfläche der Erde oder wenigstens der mittlere Gürtel derselben Wasser wäre, so würde um die ganze Erde herum fortwährend ein regelmäßiger Ostpassatwind wehen. Dies wird aber durch das Festland verhindert, und zwar durch dessen von der des Oceans abweichenden Temperatur, durch die hohen Bergzüge und durch die verschiedene Küstenbildung. Durch diese dreifache Einwirkung wird die Richtung des Passats mannigfach verändert.

Am regelmäßigsten ist der Passatwind auf dem großen stillen Ocean; er weht dort das ganze Jahr hindurch von der Westküste Amerika's nach der Ostküste Asiens und Australiens. Durch diesen Wind begünstigt, fuhr der erste Weltumsegler Magelhaens still und unangefochten über den großen Ocean und gab deshalb demselben den Namen des stillen Meeres; und die spanischen Goldschiffe haben ein Paar Jahrhunderte hindurch mit diesem Winde ihre Fahrten von dem Hafen der mexikanischen Stadt Acapulco ungefährdet über den großen Ocean nach der ostindischen Insel Manila (die zu den Philippinen gehört) gemacht. Die weitere Strömung dieses Windes wird dann durch Asien und Australien verhindert.

Digitized by Google

Wir wenden uns nun zum atlantischen Ocean; hier ist der Passatwind schon weniger regelmäßig, indem er durch die nahe gelegenen großen Continente manche Abweichung erfährt. So wird er namentlich in seiner ganzen Hauptrichtung mehr nach der nördlichen Seite hinübergedrängt; es geschieht dies vornehmlich durch die Einwirkung des Südpolarwindes, der sich freier als der nördliche entwickeln kann. Wir sehen auf der Karte den großen Unterschied darin zwischen der nördlichen und südlichen Hälfte des atlantischen Meeres. Der nördliche Theil ist durch Afrika, Europa und Nordamerika sehr zusammengedrängt; der Polarwind, der hier vom Nordpol nach dem Aequator hin strömt, findet durch das Land mit seinen Gebirgszügen viel Aufenthalt und wird dadurch geschwächt; er kann nicht mit ganzer Kraft nach den tropischen Gegenden des Meeres hingelangen. Anders ist es auf der südlichen Seite, dort hat das Wasser das Uebergewicht, Afrika und Amerika ragen nur mit ihren Spitzen in das Meer hinein. Da kann denn der vom Südpol kommende Polarwind sich recht nach Lust und Belieben ausbreiten, Aeolus kann hier mit vollen Backen blasen. Natürlich ist er dann, wenn er nach dem Aequator hinkommt, nicht so geschwächt als sein Bruder aus dem Norden, er drängt diesen zurück und strömt in sein Gebiet hinein. So kommt es denn, daß die Gegend der Calmen, wo beide Winde sich gegenseitig aufheben, ganz auf der nördlichen Seite des Aequators liegt, und so ist auch die Gegend der Ostpassatwinde auf der nördlichen Seite breiter als auf der südlichen, während dies im stillen Meere gleichmäßig zu beiden Seiten vertheilt ist.

Wir blicken nun noch nach dem indischen Ocean hin. Hier erscheint der Passat unter ganz veränderten

Digitized by Google

Verhältnissen; namentlich der nördliche Theil des Oceans, auf drei Seiten von Afrika und Asien umschlossen, nimmt fast den Charakter eines Binnenmeeres an. Der größere Theil dieses Oceans liegt südlich vom Aequator; in diesem Theil, zwischen Madagascar und Australien, weht noch regelmäßig der Südostpassat. Aber in dem enger eingeschlossenen nördlichen Theil herrschen alternirende, d. h. wechselnde Winde; nehmlich im Winter vom October bis April weht ein Nordostwind, im Sommer vom April bis October ein Südwestwind. Diese wechselnden Winde werden Monsune oder Moussons genannt, nach einem arabischen Worte moussin, welches Jahreszeit bedeutet. Diese Winde erklären sich leicht aus dem Einfluß des Festlandes. Zur Zeit unseres Winters hat das ganz auf der Nordseite des Aequators gelegene Südasien ebenfalls Winter; die Luft über demselben kühlt sich bedeutend ab, während Südafrika dann seinen Sommer hat und die Luft über demselben sehr stark erhitzt ist. Es muß davon ein Wehen der kälteren Luft von Südasien, namentlich von Persien und Indien über den indischen Ocean nach Südafrika hin die Folge sein, also ein Nordostwind. In unseren Sommermonaten wird es umgekehrt; dann kommt Südasien unter den Einfluß der senkrechten Sonnenstrahlen, die Luft wird jetzt hier erhitzt, während sie über Südafrika, das nun in seinen Winter tritt, abgekühlt wird. Die Folge davon ist, daß nun die Luft umgekehrt von dem kälteren Südafrika nach Indien strömt und also als Südwestwind erscheint.

Freilich nicht blos von Südafrika, sondern auch von den südlichen Theilen des indischen Oceans bis Australien hin strömt um diese Zeit die Luft nach Asien zu, also von Süden nach Norden. Sie kommt aber dabei in niedrigere

Digitized by Google

Breiten, in Gegenden mit langsamerer Rotationsgeschwindigkeit und wird dadurch, ebenso wie dies vorher bei dem oberen Passat deutlich gemacht worden ist, nach Osten hin abgelenkt, so daß sie nicht nach Norden, sondern nach Nordost hin sich bewegt, also als Südwestwind erscheint.

Die hier gegebene Erklärung der Passate und der übrigen Luftströmungen ist schon von Hadley aufgestellt; er war namentlich der Erste, der den bedeutenden Einfluß der verschiedenen Rotationsgeschwindigkeit auf die Richtung der Winde hervorhob. Er ist nicht zu verwechseln mit Halley, der früher die Erklärung der regelmäßigen Winde allein aus dem Wärmeeinfluß der Sonne versuchte. Die gegebenen Auseinandersetzungen erklären aber genügend nur die Windverhältnisse in der heißen Zone und in den zunächst anliegenden Theilen; aber über die so ganz unregelmäßig erscheinenden Winde der gemäßigten und kalten Zone geben sie keinen Aufschluß. Darin hat erst in neuerer Zeit Dove in Berlin Klarheit gebracht und ein Gesetz für die Winddrehung aufgestellt, das die Erfahrung vollkommen bestätigt hat. Das wollen wir im folgenden Vortrag betrachten. Wir haben es dann also besonders mit den Winden in unserer Gegend zu thun und müssen versuchen, den Knäuel der Verwirrung, in welchem scheinbar die verschiedenen Winde ungeordnet durcheinander gewickelt sind, aufzulösen. Nach Dove's Forschungen wird uns das wohl gelingen, und wir werden lichte Ordnung sehen, wo dem Unkundigen Alles nur als regelloser Zufall erscheint. Wir können diese Ordnung aber nur aus dem Resultat erkennen, das wir jetzt gefunden haben, und fassen dies deshalb noch einmal kurz in folgende Sätze zusammen: Es geht eine stetige Luftströmung unten von den Polen zum Aequator, wir nennen diese den Polarstrom; ferner

Digitized by Google

eine Luftſtrömung oben vom Aequator zu den Polen, dieſe bezeichnen wir als den Aequatorialſtrom. Der Polarſtrom erſcheint in Folge der Rotation auf unſerer nördlichen Halbkugel zuerſt als Nordwind, weiterhin als Nordoſtwind und endlich in den Tropen ganz als Oſtwind. Der Aequatorialſtrom erſcheint zuerſt als Südwind, weiterhin als Südweſt- und endlich als Weſtwind. Das iſt das nothwendige Fundament für den nächſten Vortrag.

Digitized by Google

Siebenter Vortrag.

Fortsetzung des vorigen. Von dem Winde und der Windrichtung.

Wir sprechen nun zunächst von den Winden in den gemäßigten und kalten Zonen, also auch namentlich von den Winden in unserer Gegend; wir hatten zum Verständniß derselben im vorigen Vortrage das Fundament gelegt, worauf wir jetzt weiter bauen müssen. Wir sprachen von den beiden Haupt-Luftströmungen, vom Polarstrom und dem Aequatorialstrom, die beide Geschwister sind, Kinder der Wärme und der Rotation der Erde, die aber wie ein Paar feindliche Brüder immer entgegengesetzte Wege gehen; wenn sie einmal zusammentreffen, wird es nicht friedlich abgehen.

Wir wissen wohl, daß wir in unseren Gegenden mit dem Winde nicht gut daran sind, er ist ein zudringlicher Gast, und man ist nach keiner Seite hin vor ihm sicher. Mit dem Sonnenschein z. B. können wir einen ehrlichen Contract machen und können sicher sein, daß er gehalten wird. Suchen wir uns eine Wohnung, so können wir wählen, Sonnenseite oder Schattenseite; nehmen wir uns eine Stube, die nach Norden liegt, so sind wir gewiß, daß die Sonne uns nur am frühen Morgen und am späten Abend mit einigen kurzen Blicken in's Fenster schaut; die

Digitized by Google

übrige Zeit, wenn sie ihre liebeheißen Strahlen sendet, kümmert sie sich gar nicht um uns, und im Winter, wo wir ihren warmen Gruß wohl recht gern hätten, will sie vollends nichts von uns wissen. Aber mit dem Winde kommen wir so gut nicht auseinander, der gehört zu den Mächten, mit denen kein ewiger Bund zu flechten ist. Wollen wir uns nicht etwa die Aussicht ganz verbauen, so können wir eine Stube wählen, nach welcher Himmelsgegend wir wollen, der Wind wird immer Gelegenheit finden, uns an die Fenster zu klopfen, und an manchem Tage treibt er sein Spiel so toll, daß er die ganze Windrose durchläuft; wir können aus einer Stube in die andere retiriren, er kommt uns immer nach.

Mit solchem Gesellen haben wir es nun zu thun, dem wollen wir auf seinen Schleichwegen nachgehn, ja noch mehr, wir wollen uns überzeugen, daß er ein ganz ordentlicher Bursche von festen Grundsätzen ist.

Zunächst kann man bei einiger aufmerksamen Beobachtung schon das leicht herausfinden, daß der Wind bei uns doch zwei Lieblingsgegenden hat, die er ganz besonders aufsucht. Er weht nehmlich entweder nach Südwesten hin, also über Deutschland fort nach Italien, Frankreich, Spanien und erscheint dann also als Nordostwind; oder er kommt von dort her und geht über Deutschland fort nach Norwegen, Schweden, Rußland und ist dann also ein Südwestwind. Also Nordost- und Südwestwind sind bei uns die herrschenden, sie wehen die längste Zeit des Jahres hindurch; die übrigen Winde, die freilich nicht fehlen, sind doch nur als Uebergangswinde anzusehen, bei denen der Wind auf der Reise ist, um sein Standquartier zu verändern; diese Reisewinde dauern daher auch selten lange.

Die beiden Hauptwinde werden durch die Polarströmung

Digitized by Google

und durch die Aequatorialströmung hervorgebracht. Der Polarstrom geht, wie wir im vorigen Vortrage nachgewiesen haben, in Folge der Rotation der Erde aus einem Nord- in einen Nordostwind über, und durch dieselbe Ursache wird der Aequatorialstrom aus einem Südwind ein Südwestwind. In den Tropen und den angrenzenden Theilen macht sich allein der Polarstrom geltend, weil der Aequatorialstrom nur in den höheren Luftschichten weht. Aber in diesen Höhen ist durchaus keine überflüssige Wärme, wie jeder rechtschaffne Luftschiffer wohl weiß; man kann sich allenfalls die Finger erfrieren, wenn man keine Handschuhe mitnimmt. Der in der Zone der Calmen aufgestiegene heiße Luftstrom kühlt sich daher dort oben auch mit der Zeit ab, und wenn er seine Reise nach den Polen zu etwa bis zum 30. Grad vom Aequator fortgesetzt hat, so fängt's ihn an zu frieren und er möchte sich gern hier unten wieder ein wenig auswärmen. Das Hinabsteigen gelingt ihm auch, denn durch die Abkühlung sind die Lufttheilchen enger an einander gerückt, die Luft ist dichter und schwerer geworden und senkt sich daher allmählig nieder. Eine andere Ursache dieses Niedersteigens liegt auch darin, daß dem Luftstrom allmählig der Raum zu enge wird. Die Gürtel um die Erde (Zonen, Streifen zwischen den Parallelkreisen) werden nach den Polen zu immer kleiner; aus der weiten Ausdehnung am Aequator kommt die Luft in die immer engeren Kreise der gemäßigten Zone; sie muß daher, da sie sich ihrer Schwere wegen nach oben hin nicht genügend ausdehnen kann, nach unten hin Raum suchen. Ueber den 30. Grad hinaus fängt dieser niedersteigende Luftstrom schon an, sich bemerklich zu machen; im nördlichen Theile des atlantischen Meeres gewinnt er schon ganz die Herrschaft, so daß dort zwischen Europa und

Digitized by Google

Nord-Amerika fast beständig ein Südwestwind von Amerika nach Europa weht. Dieser Wind gewährt eine bequeme Rückfahrt nach Europa, wenn man mit dem Passatwinde nach Amerika gefahren ist. Doch bei den Fahrten nach den nördlichen Theilen von Amerika benutzt man jetzt überhaupt wenig den Passatwind, man wählt den kürzeren Weg, der von Europa nach Nordamerika freilich gegen diesen Südwestwind geht; die Schiffer nennen das „Bergauf fahren." Die Fahrt dauert aber auch 12—17 Tage länger als zurück von Amerika nach Europa.

Dieser Aequatorialstrom kommt also allmählig auch zu uns hernieder und weht nun als Südwestwind über unsere Fluren; aber er hat sich ein Terrain gewählt, das ihm noch nicht allein gehört; es hat noch ein zweiter Factor der Gesetzgebung mitzusprechen, und es fragt sich, ob dieser das aufgestellte Budget so ohne Weiteres gut heißt. Das ist der gestrenge Polarstrom, der aus dem Norden herbläst und bei uns schon als Nordostwind erscheint. Wir sind nun gerade in der unglücklichen oder glücklichen Gegend des Kampfplatzes; hier begegnen sich beide Herren, jeder beruft sich auf die bezüglichen Paragraphen der Erdverfassung und pocht auf sein Recht. Der Eine, der Polarstrom, ist von unten geboren und meint natürlich, hier ein ausschließliches Recht zu haben. Der Andre, der Aequatorialstrom, ist aus seiner schwindelnden Höhe, wo er wenig von dem Treiben hier unten vernommen und verstanden hat, gnädig heruntergestiegen und will sich natürlich einen Widerstand nicht gefallen lassen, an den er oben gar nicht gewöhnt war. Da ist denn der Conflict da, die beiden Herrn ereifern sich gegen einander, es fallen gewaltige, brausende Worte, daß es öfters ganz wirblich wird; eine Weile heißt es dann wohl: Keiner siegte, keiner wich! Aber was hilft

Digitized by Google

es! Die Verfassung steht fest, die hat sich hier schon seit manchem Jahrtausend eingelebt, ein Verfassungsbruch ist unmöglich. So muß denn endlich doch der Eine nachgeben. Entweder siegt der hochgeborne Südwestwind und herrscht dann eine Weile, oder es siegt der niedrig geborne Nordostwind und behält eine Zeit lang das Regiment. Ja, immer nur eine Zeit lang; denn endlich hat sich der Andre doch inzwischen gestärkt und überwindet dann seinen Gegner, so daß sich in der That beide in die Herrschaft theilen, nur nicht gleichzeitig wie zwei Consuln des römischen Reichs, sondern nach einander.

Während des Kampfes aber kommt der Wind aus den zwischenliegenden Himmelsgegenden, doch keineswegs in unregelmäßiger Weise, sondern so, daß der eine Wind in den andern immer nach einer und derselben Richtung hin übergeht, nehmlich von links nach rechts hin, so wie der Zeiger einer wagerecht liegenden Uhr, nicht rückwärts. Also legen wir uns in Gedanken eine Uhr so, daß oben die 12 nach Norden hin liegt, dann weiset die 3 nach Osten, die 6 nach Süden, die 9 nach Westen. Wäre nun Nordwind, also übereinstimmend mit der 12 auf der Uhr, so dreht sich der Wind um so wie der Uhrzeiger; es wird also aus Nordwind erst Nordost- dann Ost- dann Südostwind u. s. w. Also die Windfolge ist die:

Nord, Nordost, Ost, Südost, Süd, Südwest, West, Nordwest.

Dies ist das Drehungsgesetz der Winde, welches Dove aufgestellt und welches die Erfahrung bestätigt hat.

Aber wohl zu merken! es kann hierbei allerdings geschehen, daß der Wind z. B. von Ost wieder durch Nordost nach Nord zurückspringt, er geht dann aber nach einiger Zeit wieder nach Nordost und Ost und geht endlich ganz

Digitized by Google

sicher über Südost nach Süd und Südwest. Aber nie geschieht es, daß der Wind von Ost ganz rückwärts über Nord und West nach Süden ginge.*)

Das Gesetz haben wir nun wohl verstanden, aber wir möchten doch auch wissen, worin es seinen Grund hat. Das wollen wir uns nun ansehen und dazu wieder unsere Aufmerksamkeit ein wenig anspannen. Wir gingen vom Nordwind aus; diesen bringt der Polarstrom zuerst. Indem nehmlich am Aequator die von den senkrechten Sonnenstrahlen erhitzte Luft fort und fort aufsteigt, rückt von den angrenzenden Gegenden die Luft nach in die leer gewordnen Plätze. Diese fortgerückte Luft hat auch wieder Platz gemacht, und die Luft aus der gemäßigten Zone rückt nach. Endlich kommt es auch an die Hintersten; die Lufttheile in den Polargegenden sehen, daß vor ihnen Raum wird und daß es noch dazu dort wärmer ist; da schließen sie sich denn gern der allgemeinen Wanderung an und kommen her zu uns. Sie kommen direct von Norden, bringen uns also eine ziemliche Portion Kälte mit.

Sie kommen aber nicht blos aus einer sehr kalten, sondern auch aus einer sehr trägen Gegend; die Erdoberfläche dreht sich ja in ihrer Heimath im Verhältniß zu uns sehr langsam; sie haben es daher auch nicht besser gelernt und indem sie über die immer schneller nach Osten hin rotirenden Länder nach Süden zu fortrücken, bleiben sie doch mit ihrem alten langsamen Rotationsschritt in der Richtung nach Osten hin immer mehr zurück, so daß es

*) Der Verfasser hat seit mehreren Jahren täglich, mit Ausnahme kurzer Zeiten, wo er erkrankt war, die Windrichtung genau beobachtet und hat nie eine Abweichung von dem obigen Gesetze wahrgenommen. Er hat täglich die Windrichtung mit den andern metereologischen Erscheinungen aufgeschrieben.

Digitized by Google

uns nach unserer früheren Auseinandersetzung vorkommen muß, als zögen sie uns gegen Westen hin entgegen, kämen also nicht blos aus Norden, sondern zugleich aus Osten; und so ist denn aus Nord und Ost der Nordostwind geboren. Also die Windfahne sagt uns, daß der Wind sich von Nord nach Nordost gedreht hat; auf der Uhr wäre der Zeiger von 12 nun zwischen 1 und 2 angekommen.

Die Luft also, welche aus der Polargegend her zu uns kommt, erscheint hier immer als Nordostwind, nicht als Nordwind. Den Nordwind bildet für uns die Luft, die aus näheren nördlichen Gegenden kommt, die also früher als die Polarluft den Aufbruch nach dem Aequator hin beginnt und die auf der kurzen Strecke bis zu uns her noch nicht in die östliche Richtung hineingekommen ist. Daher ist auch der Nordostwind, der vom Nordpol kommt, der kälteste für uns, nicht der Nordwind.

Ist man aber erst einmal in die Reaction hineingekommen, so bleibt man immer weiter zurück. Die Polarluft, die sich mit ihrer angeborenen Trägheit gegen den zu schnellen Rotationsfortschritt der Länder, zu denen sie kommt, stemmen muß, wird dadurch endlich ganz zum Ostwind (geht nach Westen hin). Die Windfahne ruft uns knarrend zu, daß Ostwind geworden ist, und der Uhrzeiger zeigt auf die 3. Dieser Ostwind ist also ein Kind der Rotationsgeschwindigkeit der Erde und der Trägheit der Polarluft.

Aber es werden mehr Kinder geboren, immer von Neuem strömt die Luft vom Nordpol herzu. Nun findet sie aber in dem Ostwind, der sich ihr quer über den Weg gelegt hat, einen Widerstand. Wir eilen etwa eine Straße entlang, wir kommen an eine Querstraße, über die wir hinweg müssen; da marschirt ein Regiment Soldaten die

Digitized by Google

Querstraße entlang, es hilft nichts, wir müssen stille stehen, ob uns auch die Zeit lang wird. Der Polarstrom muß es auch thun, er kann durch den Ostwind, der quer vor ihm vorbeimarschirt, nicht hindurch; die Luft wird da gestaut und kann sich nicht weiter fortbewegen; sie kommt zum Stillstand. Inzwischen lernt aber die Luft, die den Ostwind bildet und die vom Pol hergekommen war, allmählig auch sich immer schneller mit der Erde drehen; die Erde kreist unter ihr von Westen nach Osten und zieht sie endlich doch mit sich fort, d. h. der Ostwind hört allmählig auf und es wird ruhig. Denn der ganze Ostwind war ja blos die träge Reaction der vom Pol gekommenen Luft gegen den zu schnellen Fortschritt der unter ihr kreisenden Erde; wird sie allmählig in diesen Fortschritt mit hineingerissen und kreist sie also dann ebenso schnell wie die Erde von Westen nach Osten, so ist gar kein Wind zu spüren, denn wir selber und alles Andre rotirt ja in demselben Tempo mit.

Es ist nun eine kleine Pause; was dann weiter folgt, das hängt davon ab, ob der Aequatorialstrom sich jetzt schon in's Spiel mischt, oder ob der Polarstrom noch unangefochten fortwehen kann. Wir nehmen an, es sei das Letztere der Fall, die Polarströmung dauert noch ferner fort und findet in dem nun zur Ruhe gekommenen Ostwind kein Hinderniß mehr. Es ist dann wieder wie zu Anfang, der Polarstrom kommt wieder direct aus Norden her; der Wind ist von Ost nach Nord zurückgesprungen, der Uhrzeiger hat sich von 3 nach 12 zurückgedreht, es ist dies der vorher bemerkte Fall. Nun wiederholt sich derselbe Vorgang wie vorher, der Nordwind wird durch die vorhergedachten Ursachen allmählig wieder Nordost- und endlich Ostwind. Dies kann sich möglicher Weise mehr-

Digitized by Google

mals wiederholen, der Wind kann sich längere Zeit in diesem Viertel der Windrose halten und zwischen Nord, Nordost und Ost wechseln. Im Ganzen aber ist dies Zurückspringen des Windes auf der Ostseite doch nur selten; auf der Westseite, zu der wir gleich kommen, geschieht es öfter.

Wir betrachten nun den andern Fall, wenn nehmlich, nachdem Ostwind entstanden war, der Aequatorialstrom sich einmischt. Dieser hat sich also genug abgekühlt, senkt sich und weht nun von Süden her. Die Luftströme, die in der heißen Zone über einander in verschiedener Richtung hinströmten, wehen nun in der gemäßigten Zone neben einander. Durch die Aequatorialströmung wird zunächst die Luft, die in den uns zunächst liegenden südlicheren Ländern ist, nach dem Pole zu in Bewegung gesetzt und kommt also als Südwind; als solcher kann er aber noch nicht zur Erscheinung kommen, denn er trifft unten mit dem Ostwind zusammen. Jeder drängt den andern etwas von der Seite, so daß sie beide in eine Zwischenrichtung gedrängt werden und nun zusammen als Südostwind wehen. Der Uhrzeiger würde also von der 3 sich zwischen 4 und 5 gestellt haben, um anzuzeigen, woher jetzt der Wind kommt. Allmählig bekommt der Aequatorialstrom immer mehr Oberhand, die Windfahne zeigt vollen Südwind und der Zeiger stellt sich auf die 6. In diesem Viertel pflegt sich der Wind nicht lange zu halten; denn sobald der Aequatorialstrom das Uebergewicht gewonnen hat, so wird aus dem Südwinde, wie schon früher auseinandergesetzt ist, ein Südwestwind. Die Luft kommt immer mehr vom Aequator her, dort hat sie sich an eine schnelle Rotation von Westen nach Osten gewöhnt; mit dieser süßen Gewohnheit ihres Daseins kommt sie in unsere

Digitized by Google

Gegenden, wo es im Verhältniß zu ihrer Rotationsgeschwindigkeit ein ganz Theil langsamer geht. Ihr geht es natürlich zu langsam und sie eilt uns in der Richtung nach Osten hin voraus und wird uns so ein Südwest- und endlich ein Westwind. So ist der Wind also in dem Viertel zwischen Süd und West, oder auf der Uhr zwischen 6 und 9. In diesem Viertel hält er sich gern lange auf. Es kommt auch hier, und zwar öfters, das Zurückspringen von West durch Südwest nach Süd vor; denn wenn der Westwind entstanden ist, und nun das Zuströmen der Luft aus Süden noch weiter fortdauert, so wird diese endlich auch durch den quer vorbeifließenden Westwind gestaut und muß stille halten. Der Westwind, der nicht wie jener Ostwind aus Reaction, sondern aus zu eiligem Fortschritt, aus Voraneilen entstanden war, mäßigt sich endlich auch; er sieht, daß ihm das Ueberstürzen nichts einbringt, er accommodirt sich allmählig der Rotationsgeschwindigkeit der Gegenden, in welchen er sich befindet, und kommt also zur Ruhe, indem die Luft nun in demselben Tempo rotirt, wie das Land unter ihr und also gar nicht als eine Bewegung empfunden wird.

So muß sich endlich doch Alles nach der Mutter Erde und nach den durch ihre Natur bedingten Verhältnissen richten; sie geht den festen, sicheren Lauf; der Träge, der zurückbleiben will, wird endlich doch von der allgemeinen Strömung mit fortgerissen und der zu flüchtig Voraneilende wird genöthigt, sich zu mäßigen.

Ist nun beim Winde wieder jene Pause eingetreten, wo Alles scheinbar ruhig geworden ist, so findet der Aequatorialstrom auch in dem ruhig gewordenen Westwind kein Hinderniß mehr. Er weht wieder aus dem Süden her, also der Wind ist von West nach Süd zurückgesprungen,

Digitized by Google

und es beginnt wie vorher der Durchgang durch Südwest zum Westwind. Dies Hin- und Hergehen in diesem Viertel dauert so lange, als der Aequatorialstrom überhaupt die Oberhand behält, und dies dauert, wie gesagt, meist ziemlich lange. Die Windrichtung aus dieser Gegend, namentlich der Südwestwind, ist der am meisten herrschende bei uns. Wer nicht schon langjährige Beobachtungen darüber angestellt hat, der kann sich doch durch einen Blick davon überzeugen, wenn er in einen frei liegenden Obstgarten geht, in welchem der Gärtner nicht allzu scharfe Zucht unter den Bäumen von ihrer frühesten Jugend an gehalten hat. Er wird dann sehen, daß die Bäume sich fast alle etwas nach Nordost übergebogen haben, und wird daraus schließen, daß eine starke Hand sie von Südwest her gestoßen und gedrückt hat; diese Hand war der Südwestwind. Er hat freilich dabei noch einen Bundesgenossen, nehmlich den Regen, der ihn oft begleitet und das Land locker macht. Dieser westliche Wind ist auch gewöhnlich heftiger, als der nördliche; denn da die Parallelkreise in dem Maaße, als man vom Pol nach dem Aequator zu kommt, immer größer werden, das Terrain sich also immer weiter ausdehnt, so hat der Polarwind Raum genug, sich auszubreiten und kann sich also behaglich und gemächlich in diesen Raum ergießen. Der Aequatorialwind aber kommt umgekehrt aus einem weiten Raume in einen immer engeren; er ist wie ein Fluß, dessen Bett, nachdem er aus weiter Ebne gekommen war, durch Felswände immer mehr eingeengt wird. Er muß nun, weil die Wasser von hinten nachdrängen, durch die enge Gasse schneller hindurchbrausen. So werden wir es ganz in der Ordnung finden, daß der Südwestwind uns die Bäume nach Nordost drückt und daß er uns den Regen klirrend

Digitized by Google

an die Fenster wirft, während der Nordostwind meistens viel sanfter und bescheidener auftritt. Doch wir folgen nun dem Winde auf seiner Rundreise weiter.

Nun wird allmählig wieder der Polarstrom stärker und führt uns in das vierte und letzte Viertel. Ist nehmlich zuletzt ein Westwind entstanden, und es weht nun der Polarstrom stärker aus Norden daher, so vereinigt sich dieser mit dem Westwind zu einem Nordwestwind; der Uhrzeiger wird uns dies zwischen 10 und 11 anzeigen und endlich ganz nach der 12 hingehen, indem der Polarstrom nun volle Geltung bekommt und der Wind ganz aus dem Norden her bläst. So sind wir wieder beim Anfang, und die Windströmungen beginnen von Neuem ihren Lauf durch die Windrose zu machen; dies dauert oft längere Zeit, manchmal aber auch nur einen oder einige Tage. Diese Winddrehung läßt sich das ganze Jahr hindurch deutlich wahrnehmen; nur im Sommer kommen namentlich durch die Gewitter, die sich eigene lokale Winde machen, mancherlei Störungen.

Diese Winde haben aber auch natürlich großen Einfluß auf die übrige Witterung, auf Wärme und Kälte, auf Dürre, Nässe, Schnee und Regen. Wir wollen einmal mit dem Winde die Windrose durchlaufen und dabei zugleich auf die Witterung achten. Zuvor aber müssen wir uns deutlich machen, wodurch der Einfluß des Windes auf die Witterung bedingt wird.

Der Wind ist ein guter Hausvater, er bringt den Seinigen immer etwas mit aus den Ländern, die er durchreist hat. Die Geschenke sind freilich sehr verschieden je nach den Ländern, von denen er zu uns kommt; er kann nichts anderes mitbringen, als was er dort findet. Kommt er von Norden zu uns, so hat er in dem nördlichen Eismeere

Digitized by Google

eine längere Bekanntschaft mit den Eisbären gemacht; das ist eine kalte Gesellschaft, und er hat sich dabei auch eine gute Portion Kälte eingesteckt. Damit fährt er über Schweden und Norwegen und kann dort von seinem Mitgebrachten wenig absetzen; sie selber haben Kälte genug und könnten ihm noch abgeben. So kommt er zu uns und schüttet über uns seine kalte Gabe aus. Die kalte Luft, die er mitbringt, ist natürlich auch dicht und schwer und macht ihr Gewicht in der steigenden Queckſilbersäule des Barometers bemerklich.

Kommt der Wind dann aus Nordost und Ost zu uns, so hat er seine Reise über Sibirien und Nordrußland gemacht; da ist auch die Kälte viel wohlfeiler als die Wärme, und er bringt uns noch genug kalte und schwere Luft mit. Zugleich ging dort fast seine ganze Reise zu Lande; nirgends ein Meer, aus dem er sich einmal satt trinken konnte; er kommt daher durstig und trocken zu uns. Hängen etwa von früher her noch einige Wolken am Himmel, so saugt er sie schnell auf, daß der ganze Himmel klar und heiter wird, denn die trockene Luft kann eine große Menge Wasser in sich aufnehmen; dabei verwandelt sich das Wasser in Dunst oder in Wassergas und schwebt unsichtbar in der Luft. Hat die Hausfrau nasse Wäsche auf die Leine gehängt, so macht sich der Ostwind schnell darüber und saugt alle Nässe ein, daß die Wäsche im Umsehen trocken ist. So löscht er nicht blos seinen Durst, sondern verdient sich auch von der Hausfrau noch einen schönen Dank, nehmlich wenn er nicht zu unmanierlich und ungestüm ist und nicht die Wäsche hin und her wirft; sonst schelten die Hausfrauen den windigen Patron tüchtig aus.

Sehen wir nun, was der Wind uns aus Süden mitbringt. Wir wissen, daß dies der hochgeborene Aequato-

Digitized by Google

rialstrom ist, der in den tropischen Ländern reichlich mit Wärme ausgestattet ist und sich dann zu uns herniedersenkt, oder wenigstens als seine Vorposten die warme Luft aus den uns näher gelegenen südlichen Ländern vorschiebt, denn der eigentliche Tropenwind kommt zu uns schon als Südwestwind. Der Südwind reist zum Theil durch das heiße Afrika und kommt über Italien und die Türkei zu uns und ist ein Labsal für die frostigen Naturen, denn er bringt viel Wärme mit. Aber er hat seine Reise auch über das mittelländische Meer gemacht und hat sich daher auch mit Wasser versehen, das er in Gasform als Wasserdunst mitbringt. Bei uns kühlt sich das Wassergas ab und wird zu sichtbaren Wolken; geht die Abkühlung weiter, so fällt es als Regen oder im Winter als Schnee herunter.

Noch mehr leistet darin der Südwestwind, der ja recht eigentlich aus der Tropengegend kommt; er weht über das atlantische Meer, über Spanien und Frankreich zu uns und bringt reichlich Wasser und Wärme mit. Die Wärme, die er mitbringt, reicht selbst im Winter hin, die Temperatur so zu erhöhen, daß kein Schnee entstehen kann, sondern das abgekühlte Wassergas als Regen herunterfällt. Der Druck der Atmosphäre läßt nun nach, denn das Wassergas, das erst die Spannung vermehrte, ist ja nun zu Wasser geworden. Man sieht diesen verminderten Druck an dem fallenden Barometer. Der Westwind, der auch vom Meere her zu uns kommt, bringt auch Wasser mit: aber gewöhnlich macht sich dann schon der Polarstrom geltend, und so theilen West- und Nordwestwind schon wieder eine Portion Kälte aus. Das sind die Gaben der Winde, die sie uns aus den verschiedenen Gegenden als Geschenke mitbringen.

Wir wollen nun den Wind- und Witterungswechsel

Digitized by Google

beobachten, wie er namentlich im Winter sich fast regelmäßig einstellt. Wir fangen unsere Beobachtung an, wenn reiner Nordwind weht; er bringt Frost und heiteren Himmel, das Barometer steigt und erreicht mit dem allmählig eintretenden Ostwind den höchsten Punkt; das fallende Thermometer aber zeigt die größere Kälte. Allmählig senkt sich von oben her der Aequatorialstrom, feine Federwolken entstehen von Süden her und zeigen ebenso wie das fallende Barometer den in den höheren Schichten eingetretenen südlichen Wind, während tiefer unten die Windfahne noch Ostwind zeigt. Der Aequatorialstrom senkt sich nun immer tiefer, auch unten wird Südost und endlich Südwind; das Barometer fällt immer mehr, der Himmel bezieht sich und die Feuchtigkeit fällt als Schnee nieder. Der nun entstehende Südwestwind bringt genug Wärme mit, um die Temperatur über den Gefrierpunkt zu erwärmen und den Schnee in Regen zu verwandeln, wobei das Barometer seinen niedrigsten Stand erreicht hat. Allmählig beginnt der Polarstrom wieder seinen Einfluß geltend zu machen; der Wind geht durch West nach Nordwest, der Regen verwandelt sich in dichten Flockenschnee, das Barometer steigt rasch, und der bald eintretende Nordwind bringt wieder Frost und heitern Himmel. Die Reihe der Wandlungen beginnt von Neuem und wird nur dann und wann von dem vorherbemerkten Zurückspringen des Windes unterbrochen. Dieser regelmäßige Wechsel ist auch den Landleuten wohl bekannt und wird von ihnen beachtet. Sie rechnen einen solchen Verlauf durch Frost und Schnee hindurch bis zum Thauwetter für einen besondern kleinen Winter und zählen danach in einem Wintersemester drei, vier, fünf oder mehr Winter, je nachdem dieser Wechsel sich mehr oder weniger oft wiederholt.

Digitized by Google

Im Allgemeinen herrschen übrigens in allen nördlichen Gegenden der nördlichen Halbkugel die Südwestwinde vor den Nordostwinden vor; es scheint also mehr Luft von dem Aequator nach den Polen hinzufließen, als von dort zurückfließt. Wo bleibt denn diese Luft? Das ist sehr einfach; mit dem Südwestwinde kommt auch sehr viel Wasserdunst in Luftform nach den nördlichen Theilen hin: dort wird er aber in Regen und Schnee verwandelt, fällt nieder und kann daher nicht wieder als Luft zurückfließen. Oefters aber herrscht in einem Theil der gemäßigten Zone die südliche Strömung ungewöhnlich stark vor und bringt dann dort einen milden Winter; diese größere Zuströmung muß dann freilich in andern nördlichen Gegenden von dem Pol wieder nach dem Aequator zurückfließen, d. h. es muß in andern Gegenden die Polarströmung vorherrschen und also einen strengen Winter bringen. Die Erfahrung bestätigt das auch; denn bei gelinden Wintern in Europa haben gewöhnlich das nördliche Asien und Amerika einen strengen Winter. So stellt sich das Gleichgewicht immer wieder her. Oertliche Verhältnisse können natürlich bestimmte Aenderungen in der Windrichtung hervorbringen; so weht z. B. an der spanischen Nordküste am Meerbusen von Biscaya nie ein Südwind, weil dieser durch die hohen Pyrenäen und durch das cantabrische Gebirge abgehalten wird. In Meerengen, die von hohen Ufern eingeschlossen sind, kann sich der Wind nur in den Richtungen der Meerenge geltend machen; so giebt es also in der Meerenge von Gibraltar und im Bosporus nur einen Ost- und Westwind, in der Meerenge von Messina nur einen Nord- und Südwind.

Wir haben bisher von den Windströmungen gesprochen, ohne auf die Stärke und Heftigkeit derselben Rücksicht

Digitized by Google

zu nehmen; wir müssen nun auch auf diese noch einen Blick werfen, auf die besonders heftigen Windströmungen, die wir Stürme nennen. Das sind freilich sehr ungestüme Gesellen, die im Haushalt der Natur zwar auch ihren segensreichen Beruf haben, die aber oft doch großen Schaden anrichten und denen Alle, besonders aber die Schiffer auf dem Meere, gern ausweichen, wenn sie nur können. Es ist nun auch das Verdienst des Professor Dove, daß er den Schiffern ein Mittel an die Hand gegeben hat, wie sie dem Sturm entgehen können; er hat eine Theorie aufgestellt, welche durch zahlreiche Beobachtungen bestätigt ist. Wir wollen sehen, wie wir auch hier hinter das Geheimniß kommen und auch dem unbändigen Sturm seine Ursach und die Gesetzmäßigkeit in seinem Lauf ablauschen.

Im Allgemeinen rühren die Stürme von besonders heftigen Störungen des Gleichgewichts der Atmosphäre her. Die Ursachen zu diesen Störungen können mannigfache sein, häufig wohl eine schnelle Verdichtung des Wassergases in der Atmosphäre, indem nehmlich durch eine starke Abkühlung der Luft schnell viel Wassergas in Wasser übergeht. Dadurch wird natürlich in dieser Gegend eine theilweise Leere erzeugt, und die Luft aus den umliegenden Gegenden wird mit Gewalt dort hindrängen, um die Leere auszufüllen. Diese Leere wird noch vermehrt durch die frei werdende Wärme. Wenn nehmlich ein luftförmiger Körper in Flüssigkeit übergeht, so wird viel Wärme frei; es gehört viel Wärme dazu, um aus Wasser Wasserdunst zu machen; diese Wärme hat der Wasserdunst in sich aufgenommen; wird der Wasserdunst wieder zu Wasser, so läßt er die Wärme wieder frei. Diese frei werdende Wärme bewirkt nun auch, daß die Luft dort schnell auf-

Digitized by Google

wärts steigt; also auch dadurch entsteht ein theilweiser luftleerer Raum, der von der umgebenden Luft ausgefüllt werden muß. — Auch rein mechanische Ursachen können einem Sturme zu Grunde liegen, z. B. wenn ein gewöhnlicher Wind sich zwischen hohen Bergen hindurchdrängen muß und dadurch in schnellere Bewegung gesetzt wird. Denn die hintere Luft drängt ja in breiterer Strömung nach; soll nun durch den Engpaß in gleicher Zeit eben so viel Luft hindurch, als von hinten zuströmt, so muß die Luft durch den Engpaß schneller hindurcheilen. Es ist so, wie wenn ein breiter Menschenzug an ein enges Thor kommt; stehen die Hinteren nicht still, sondern drängen im bisherigen Schritt vorwärts, so müssen die Vorderen schneller durch das Thor gehen. So giebt es fast in allen Städten sogenannte Windgassen, besonders bei Kirchen und andern hohen Gebäuden, wo die Luft durch die enge Gasse schneller hindurchgetrieben wird. Daher rühren auch die starken Windströmungen in den vorher genannten Meerengen.

Eine andere mechanische Ursache des Sturmes ist auch die, wenn eine fortschreitende Luftmasse gegen hohe Gebirge stößt, dadurch zur Umkehr gezwungen wird und mit der hinzuströmenden Luft in Kampf geräth. Denn wenn ein Theil umkehrt, und der nachfolgende noch fortschreiten will, so kommt es immer zu einem Kampf, sei es bei der Umkehr der Luft oder bei der Umkehr der Wissenschaft oder sonst einer andern Umkehr. Dabei giebt es aber auch immer Drehungen und Schwenkungen. Wenn zwei Menschen schnell hinter einander gehen und der vorderste kehrt plötzlich um, so laufen beide aneinander; damit sie aber an einander vorbei kommen, wird der Eine sich nach rechts der Andere nach links drehen, und sie werden sich etwa die Schultern streifen. So kommt bei solchem Zusammen-

Digitized by Google

stoß die Luft auch in eine drehende oder wirbelnde Bewegung, und wir werden gleich sehen, daß dies die eigenthümliche Bewegung bei den Stürmen ist.

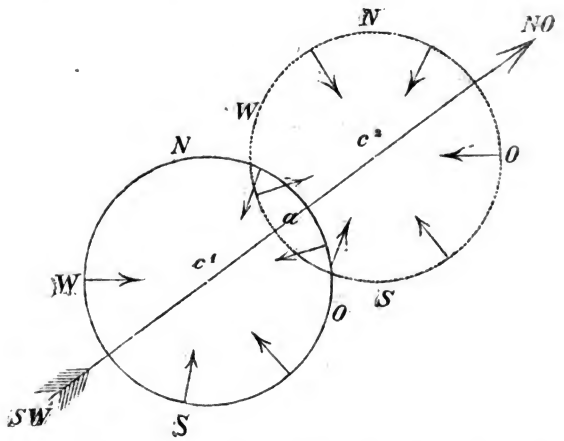
Welches nun auch die Ursach eines Sturmes sein mag, jedenfalls findet dabei eine Verminderung des Luftdrucks statt, welche im Mittelpunkt des Sturmes am bedeutendsten ist, weshalb auch dort das Barometer am meisten fällt. Dieser Mittelpunkt des niedrigsten Barometerstandes oder des Sturmes selbst hat eine fortschreitende Bewegung, welche bei uns in der nördlichen gemäßigten Zone von Südwest nach Nordost geht. Es ist hier wohl zu unterscheiden; es ist nicht die Meinung, daß bei einem Sturm an irgend einem Ort die Windrichtung immer aus Südwesten käme; nein, der Wind kann dabei aus allen möglichen Richtungen kommen, wie er denn auch während des Sturmes mannigfach umschlägt. Aber der ganze Sturm schreitet von Südwest nach Nordost vorwärts, d. h. die Orte, die er nach einander trifft, liegen in der Richtung von Südwest nach Nordost, der Sturm wird also etwa erst in Spanien, dann in England, dann in Norwegen sein, oder erst in Frankfurt a. M., dann in Berlin, dann in Königsberg, nicht umgekehrt.

In welcher Art nun aber die Bewegung der Luft im Mittelpunkte des Sturmes stattfindet, darüber giebt es zweierlei Ansichten. Nach der einen ist die Bewegung eine centripetale, so daß nach dem Mittelpunkt des Sturmes die Luft von allen Seiten her hinströmt. Nach der andern Ansicht ist die Bewegung eine wirbelnde, centrifugale, so daß die Luft sich um den Mittelpunkt in immer größeren, also schneckenförmigen Kreisen bewegt und dabei von dem Mittelpunkt flieht. Bei der ersten Ansicht ist die im Mittelpunkt entstehende Verminderung des Luftdrucks die Ursach

Digitized by Google

des Sturmes; bei der zweiten ist die Verminderung des Luftdrucks eine Folge des Sturmes, nehmlich eine Folge der vom Mittelpunkt fliehenden Luft. Die letztere, von Dove begründete Ansicht ist durch die Erfahrung, welche hier nur allein entscheiden kann, als die rechte bestätigt worden. Es kann natürlich die plötzliche Verminderung des Luftdrucks an einem Orte die erste Ursach des Sturmes sein und ist es gewiß oft; aber wenn der Sturm eine weitere Ausdehnung gewinnt, so kommt dabei die Luft in eine großartige wirbelnde Bewegung.

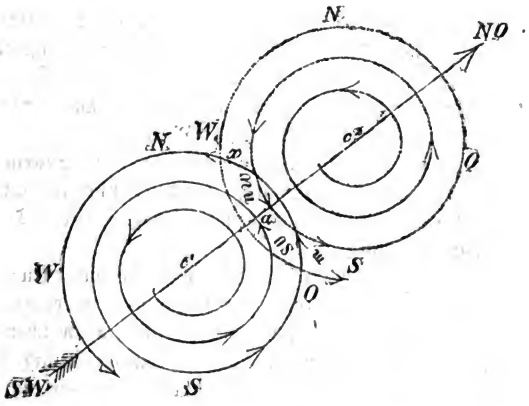
Wir wollen uns den Unterschied beider Ansichten mit ihren Folgerungen an den Figuren I. und II. deutlich machen. Die Figur I. stellt die erste Ansicht dar; der



Sturm schreitet von Südwest nach Nordost in der Richtung des großen Pfeils fort, der Mittelpunkt ist erst bei c¹

dann bei c^2, die Luft bewegt sich in jedem Fall allseitig nach c zu. Betrachten wir nun den Punkt a im ersten Kreise, wo der Mittelpunkt des Sturmes ihn noch nicht erreicht hat; die Luft strömt dort über a zum Mittelpunkt c^1 hin, kommt also für a aus Nordost; diese Windrichtung ist also für a im Anfang des Sturmes. Hat dann das Centrum des Sturmes den Ort a überschritten, so daß wir ihn in dem zweiten, dem punktirten Kreise betrachten müssen, so streicht über ihn die Luft nach c^2 hin, kommt also für ihn aus Südwest; die Windrichtung wird also während des Sturmes von Nordost nach Südwest umschlagen.

Sehen wir nun, wie bei der zweiten Ansicht, die in den Kreisen der Figur II. dargestellt ist, die Windrichtung



sich stellen wird. Der Mittelpunkt des Sturmes schreitet auch hier von c^1 nach c^2 fort; der Ort a liegt zunächst

Digitized by Google

in dem Kreise c^1, wo ihn also das Centrum des Sturmes noch nicht erreicht hat. Die um das Centrum wirbelnde Luft kommt aber von Südost her zu ihm, wie die Pfeilspitze in der Schneckenlinie anzeigt. Im Anfange des Sturmes hat dieser Ort also Südostwind, während er nach der ersten Ansicht Nordostwind haben müßte. Hat nun das Centrum des Sturmes den Ort a überschritten und ist bei c^2 angekommen, so daß für a der Sturm zu Ende geht, so zeigt uns die Lage von a in dem punktirten Kreise um c^2, daß nun der Wind aus Nordwest kommt, während er nach der ersten Ansicht beim abgehenden Sturm aus Südwest kommen müßte. — Für Orte, welche südöstlich von der Richtungslinie des Sturmes liegen, wie z. B. m, muß nach Dove's Theorie der Wind zu Anfange mehr südlich, also aus SSO, zu Ende desselben mehr westlich, als aus WNW kommen, wie man aus der Richtung der Pfeilspitzen bei m ersieht. Auf der entgegengesetzten, der nordwestlichen Seite des Sturmes, z. B. bei x, muß der Wind zu Anfange mehr östlich, also aus OSO, zu Ende mehr nördlich, also aus NNW kommen.

Es sind nun in neuerer Zeit sehr viele Stürme an mannigfachen Orten beobachtet worden, und es hat sich dabei durch die Erfahrung bestätigt, daß Dove's Theorie vollkommen richtig ist.

Es ist dies Resultat für die Schifffahrt äußerst wichtig; bei genauer Beobachtung der sich daraus ergebenden Folgerungen wird man den meisten Stürmen ausweichen können. Vor Allem muß man das Barometer fleißig beobachten; tritt ein plötzliches bedeutendes Fallen ein, so kann man auf einen nahen Sturm schließen. Es fragt sich nur, wohin man steuern muß, um ihm zu entgehen und nicht etwa gerade in denselben hinein zu gerathen. Die Antwort

Digitized by Google

darauf giebt Dove's Theorie. Wir haben gesehen, daß an Orten, die südöstlich von der Sturmlinie liegen, der Wind mit SSO einsetzt und durch Süd und West nach WNW geht. Wenn daher das stark fallende Barometer einen Sturm anzeigt und der Wind mit SO einsetzt und durch Süd nach West sich dreht, so kann man schließen, daß man sich auf der südöstlichen Seite des Sturmes befindet. Man muß daher nach Südost fahren, um aus dem Bereich des Sturmes zu kommen; wollte man nördlich oder nordwestlich steuern, so würde man gerade in den heftigsten Sturm hineinkommen. Setzt dagegen der Wind mehr östlich ein und geht nach Norden hinüber, so befindet man sich auf der Nordwestseite des Sturmes und muß nordwestlich steuern; bei einer östlichen oder südöstlichen Fahrt würde man sich dem vollen Sturme aussetzen. Durch Beobachtung dieser Regeln ist schon gar manches Schiff gerettet worden.

Diese Regeln gelten für die nördliche gemäßigte Zone, und wir sehen dabei zugleich, daß die Sturmwirbel sich in entgegengesetzter Richtung drehen, als sonst nach dem Drehungsgesetz der Winde die Windrichtungen auf einander folgen, nehmlich nicht von Nord durch Ost und Süd nach West, sondern von Nord durch West und Süd nach Ost, also wie ein rückwärts gedrehter Zeiger auf einer horizontal liegenden Uhr.

Für die heiße Zone und für die Gegenden der südlichen Halbkugel lassen sich nach Dove's Theorie ebenfalls die Regeln finden und sind durch mannigfache Beobachtungen bestätigt worden. In dem nördlichen Theil der heißen Zone drehen sich die Wirbel in derselben Richtung wie in der gemäßigten Zone, also wie ein rückwärts gedrehter Uhrzeiger. Nur die Richtung, in welcher der ganze Sturm

Digitized by Google

fortschreitet, ist der in der gemäßigten Zone schräg entgegengesetzt; in der nördlichen heißen Zone gehen nehmlich die Stürme, wie z. B. die im Antillen-Meer häufig wehenden Hurrikans, von Südost nach Nordost. Sobald sie aber über den nördlichen Wendekreis hinauskommen, biegen sie um und gehen auch von Südwest nach Nordost. Auf der südlichen Halbkugel drehen sich die Sturmwirbel entgegengesetzt wie auf der nördlichen, also wie der richtig fortschreitende Uhrzeiger. Die Richtungslinie in der südlichen heißen Zone geht von Nordost nach Südwest; beim Uebergang in die südliche gemäßigte Zone biegt sie aber auch fast rechtwinklig nach Südost um.

So kann der Schiffer auf allen Meeren der Erde nach dieser Theorie die Regel finden, die ihm die Richtung zeigt, in der er einem nahenden Sturme entfliehen kann. Es giebt andere Stürme, denen man mit aller Klugheit, mit aller Kunst und Wissenschaft nicht entgehen kann. Man wird mitten hineingeführt. Aber es giebt eine Wissenschaft, die mehr mit dem Herzen als mit dem Kopf aufgenommen wird und die uns lehrt, wie wir uns in solchen Stürmen verhalten müssen, um nicht Schiffbruch zu erleiden. Sie weist uns an Einen, von dem es heißt: Er bedrohete den Wind und das Meer, da ward es ganz still. Möge er der Steuermann sein, den wir in allen Stürmen bei uns haben!

Digitized by Google

Achter Vortrag.

Die Luft als Wasserträger.

Von einem wunderbaren Dienst wollen wir jetzt reden, von einem Dienst, den die Luft als Wasserträger dem gesammten Festlande und allen organischen Wesen auf demselben in höchst segensreicher Weise leistet. Wir wissen, daß in manchen Städten, denen die Natur das Brunnenwasser nur mit sparsamer Hand zugetheilt hat, wie z. B. in Paris, besondere Dienstleute das Geschäft haben, den Familien das Wasser zuzutragen oder in Karren zuzuführen. Namentlich früher war in Paris das Geschäft der Wasserträger ein sehr ausgedehntes. Aber was die verschiedenen Hausstände zum Trinken, Kochen, Scheuern und dgl. an Wasser brauchen, das ist doch etwas äußerst Geringes und kommt kaum in Anschlag gegen die ungeheure Wassermenge, welche auf dem jährlichen Verbrauchsetat der Gärten, Wiesen, Felder und Wälder steht. Da bittet jede Pflanze täglich um ihren Schluck Wasser, damit sie ihre Zunge kühlen und ihren Durst löschen kann; und manche unter ihnen sind gar durstige Seelen. Wieviel trinkt die Kartoffel oder gar die Wasserrübe in sich hinein! Wenn man 100 Pfund Kartoffeln hat, so hat man 80 Pfund Wasser darin. Die Gurken, Kürbisse und Melonen machen es noch ärger; darum kann man sie auch in der Zeit ihres

Digitized by Google

vollen Wachsthums täglich an Umfang zunehmen sehen; sie nehmen dann alle Tage große Quantitäten Wasser zu sich. Da braucht's denn wahrlich einer sehr großen Wassermenge, um all den Millionen Pflanzen, die Jahr ein, Jahr aus in einem Lande wachsen, immer genug für den Durst zu geben. Nun ist freilich die Mutter Erde keineswegs arm an Wasser; sie hat ihre fünf großen Wasserreservoire, die fünf Weltmeere, worin sie einen unerschöpflichen Vorrath aufgesammelt hat. Das Wasser nimmt ja bekanntlich gegen drei Viertheile der ganzen Erdoberfläche ein, und tief genug ist es auch, daß man's nimmer ausschöpfen kann. Aber was hilft das den Pflanzen auf dem Lande! Sie können doch nicht an's Meer gehen, um zu trinken, wie man etwa eine Heerde Kühe zur Tränke an den Dorfpfuhl treibt. Es muß ihnen das Wasser zugetragen werden, sonst verschmachten sie und kommen um. Aber welche Unzahl von Wasserträgern müßte fort und fort in Arbeit sein, um jeder Pflanze nur ein Tröpflein zu bringen.

Doch wie denn, hat denn das Land nicht selber Wasservorrath, um seine Pflanzen sättigen zu können? Es könnte auf den ersten Blick wohl so scheinen, aber es ist doch nur Täuschung. Wenn man auch einen noch so großen Kasten voll Geld hat und nimmt täglich etwas heraus und thut niemals wieder etwas dazu, so wird der Kasten sicherlich einmal ganz leer; und wer solchen Kasten hat und keinen Zufluß dazu, der wird zuletzt doch ein armer Mann. So geht es dem Festlande auch; es hat große Wasserschätze, es hat sein Grundwasser, es hat seine Quellen, seine Seen und Flüsse. Aber es hat aus diesem Grundcapital auch täglich ungeheure Ausgaben zu bestreiten; wenn es nun nicht fortwährend reichliche Einnahmen hat, so wird sein Soll und Haben bald nicht mehr stimmen, und ein schreckliches Deficit wird die Folge sein.

Digitized by Google

Thun wir einmal einen Blick in das Ausgabebuch. Eine Hauptbranche der Ausgabe ist die tägliche Versorgung der Pflanzen und Thiere. Jede Pflanze streckt ihre Wurzeln und tausendfältigen Wurzelfaserchen in den Erdboden hinein und saugt Feuchtigkeit auf; es ist vielleicht nicht sehr viel, was jedes Faserchen täglich nimmt, aber von allen zusammen summirt es sich zu ungeheuren Summen. Wir wissen es ja aus unserm Haushalt; die großen Ausgaben, die selten kommen, könnte man wohl bestreiten, wenn nur nicht die fortwährenden kleinen Ausgaben wären. Aber was so groschenweise fortgeht und nimmer ruht und nimmer rastet, das macht den Beutel leer und kann Einen, der nicht sorgsam wirthschaftet, am ehesten banquerott machen. So wird auch der Erdboden von diesen täglichen kleinen Wirthschaftsausgaben sehr bald erschöpft, und wenn er einmal längere Zeit nicht von außen her, von einem andern Kapitalisten, von dem wir später sprechen wollen, Zufluß bezieht, so ist er bald ganz ausgedörrt, und sein Kapital an Grundwasser und Bodenfeuchtigkeit ist rein aufgezehrt. Er ist nicht mehr im Stande, seinen Kindern den täglichen Trunk zu geben, und sie senken alle traurig und verschmachtend ihre Köpfe.

Aber blicken wir nun in eine andere Branche hinein; da stehen fast eben so große Ausgaben, und doch gehen sie in noch kleineren Posten fort; ja, sie werden in einer Weise ausgegeben, daß man es fast gar nicht merkt, und doch summiren sie sich zu großen Zahlen; diese Branche trägt die Ueberschrift „Verdunstung."

In jedem Geschäft geht täglich etwas von der Waare verloren; das Getreide auf dem Boden trocknet ein und schwindet, es wird weniger, ohne daß man etwas davon nimmt; andere Waaren verderben, veralten, werden unbrauch-

Digitized by Google

bar, Geräthe nutzen sich ab. So muß man bei jedem Geschäft ein gewisses Abnutzungscapital in Ausgabe stellen. Aber in keinem Haushalt ist das Abnutzungscapital wohl so hoch zu veranschlagen als in der Wasserwirthschaft eines Landes; durch Verdunstung geht ungemein viel verloren. Wir wissen, daß das Wasser, wenn es durch Hitze zum Sieden gebracht wird, sich in Dampf auflöst; wir sehen bei jedem kochenden Wasser den Dampf aufsteigen, und wenn wir die Arbeit des Kochens lange genug fortsetzen, so ist endlich das Wasser ganz verschwunden; es ist als Dampf fort in die Weite gegangen. Auf diese Weise ist das ganze Kapital schnell verausgabt oder abgenutzt. Mit der Verdunstung geht es langsamer, sonst ist es eigentlich dasselbe. Das Wasser hat die Eigenthümlichkeit, daß es fortwährend und bei jeder Temperatur verdunstet, d. h. sich in Wassergas, in eine unsichtbare Luftart auflöst. Gießen wir ein wenig Wasser auf einen Teller und lassen es stehen, so wird es nach einiger Zeit ganz verschwunden sein. In der Wärme geschieht dies schneller als in der Kälte, und ebenso fördern trockene Winde, die darüber hinstreichen, die Verdunstung sehr stark. In einem luftleeren Raum geht die Verdunstung noch schneller vor sich, denn der Druck der Luft schränkt das Begehren des Wassers, sich frei in den Weltraum hin zu zerstreuen, doch etwas ein. Ist dieser Druck von ihm genommen, so kann es schneller und freier dieser Luft folgen. Wenn nun aber auch in der Wärme die Verdunstung beträchtlicher ist, weil das Wasser durch die Wärme ausgedehnt wird, also seine Theilchen mehr von einander entfernt und in loseren Zusammenhang gesetzt werden, so hört die Verdunstung bei der Kälte doch keineswegs auf; ja auch der Schnee und das Eis, selbst das Eis in den Polargegenden, verdunstet fortwährend.

Digitized by Google

Wer das nicht glauben möchte, der lege nur ein Stück Eis auf eine Waageschale und wäge es; er lasse es dort einige Zeit liegen und er wird sehen, daß es an Gewicht abnimmt.

So geht das nun auf dem Lande fortwährend mit all seinem Wassergehalt; das Wasser in den Seen, in den Quellen, die Feuchtigkeit im Boden, Alles schwindet fortwährend durch Verdunstung, bei Tage sowohl wie bei Nacht, im Sommer und im Winter. Im Schatten ist es noch mäßig; aber scheint die Sonne recht warm darauf, oder bläst ein Wind darüber hin, so ist der Verlust in den Vorrathskammern sehr groß. Man sieht ja, wie schnell eine nasse Straße trocken wird, wenn ein Wind darüber fegt; das Wasser ist durch Verdunstung schnell in Gas aufgelöst, das der Wind mit fortnimmt. Der Verbrauch durch die Verdunstung ist gar nicht gering; er beträgt z. B. in Deutschland von einer Wasserfläche im Schatten jährlich bis zwei Fuß, so daß also ein Landsee jährlich um zwei Fuß tief austrocknet, wenn nicht anders woher Wasser dazu kommt. Mit der Feuchtigkeit im Boden geht es zwar langsamer, aber dafür verliert auch eine frei gelegene Wasserfläche im Sonnenlicht jährlich über 5 Fuß.

Wir sehen aus allem diesen, daß die Ausgabe und der Verbrauch an Wasser, den das Festland jährlich zu bestreiten hat, überaus groß ist, und daß es wirklich bald banquerott werden müßte, wenn es nicht anders woher reichlichen Zufluß bekäme.

Und doch haben wir noch gar keinen Blick in die dritte Branche des Ausgabenbuches gethan, haben noch gar nicht in Anschlag gebracht den bedeutenden Tribut an Wasser, den das Festland jährlich dem Meere zollen muß. Da ist eine ungeheure Menge von Wegen, auf denen fort und fort

Digitized by Google

dieser Wassertribut dem Meere zugeführt wird. Sehen wir alle die Quellen, Bäche, Flüsse und Ströme, die ohne Aufhören ungeheure Wassermengen dem Lande entführen und ins Ausland, ins Meer schicken! Es thut uns manchmal so noth, wir möchten es gern behalten und unsere dürren Felder damit überrieseln, aber es hilft uns Alles nicht, es geht vor unsern Augen fort. Wenn einmal eine Getreidenoth im Lande ist, dann verbietet man die Ausfuhr. Aber wenn das Wasser fehlt, wer kann da die Ausfuhr verbieten! Die Flüsse und Ströme kehren sich nicht daran, sie führen Kraft und Saft des Landes fort.

Wer kann nun bei allen diesen großen Ausgaben noch zweifeln, daß das Land in wenigen Jahren ein total wasserarmer, ruinirter Mann wäre, wenn es nicht einen heimlichen Freund hätte, der es immer von Neuem versorgte!

Oder meint etwa Jemand, der Wasservorrath des Landes sei wirklich unerschöpflich? Das wäre ein großer Irrthum. Denkt man etwa, in der Tiefe hätte es genug, und die Quellen pumpten es fort und fort aus der Tiefe hervor, daß es nicht fehlen könnte? Nun, so gehe man nur hin und sehe sich ordentlich bei den Quellen um; man wird finden, daß so manche Quelle versiegt und zu Zeiten kein Tröpfchen Wasser mehr giebt, wenn einmal jener heimliche Freund etwas zu lange mit seiner Gabe ausbleibt. Was die Quellen geben, das ist Alles kein ursprüngliches Eigenthum des Landes, es ist Alles nur fremdes Geschenk, und wenn diese Geschenke ganz ausbleiben, dann würden endlich auch die größten Ströme vertrocknen, und die Ausfuhr ins Meer verböte sich von selbst, weil nichts mehr zum Ausführen da wäre.

Und mit dem Grundwasser, das wir uns in Brunnen und dgl. aus der Tiefe aufgraben, hätte es nun gar bald

Digitized by Google

ein klägliches Ende. Das müssen manchmal ganze Ortschaften schwer empfinden. Als im Sommer des Jahres 1855 jener heimliche Freund einmal längere Zeit geizig und eigensinnig war, wurde es endlich auch im ergiebigsten Brunnen knapp, und mehr als eine Ortschaft mußte das nöthige Wasser aus irgend einem fernen See heranfahren.

Also das Land hält es nicht lange aus; alle seine Wasserschätze schwinden, und binnen kurzem ist es total verarmt, es sei denn, daß es anders woher versorgt wird.

Und wer versorgt es denn nun, wer ist jener Freund, der ihm immer wieder und wieder bringt, daß es alle seine großen und kleinen Ausgaben bestreiten kann? Nun, die große Schatzkammer, woraus alles Wasser, das auf dem ganzen Festlande gebraucht und verbraucht wird, genommen wird, ist das Meer; alles Wasser in den Flüssen und Strömen, in den Seeen und Brunnen, alle Feuchtigkeit in dem Boden, jeder Trunk, womit Menschen, Vieh und Pflanzen sich laben, es ist Alles Wasser aus dem Meere. Aber wie kommt es zu uns? Land und Meer liegen neben einander, sie berühren sich an großen Strecken; aber was hülfe das! Das Meer kann sein Wasser uns nicht zureichen, und wir können es uns nicht holen; das Land sähe das Meer mit seinen Fluthen vor Augen und müßte doch verschmachten. Da mengt sich nun der liebe, gute, verborgene Freund hinein und macht für das ganze Festland den Wasserträger, er schöpft unaufhörlich die Wasserfluthen aus dem Meere und trägt sie ohne Rast dem Lande zu, daß es sich und seine Kinder erquicke und labe und Frucht bringe zum Nutzen für Vieh und Menschen. Dieser freundliche, unermüdliche Wasserträger ist die Luft.

Sehen wir nun, auf welche Weise die Luft dies bewerkstelligt. Da geschieht es nun wunderbarer Weise, daß

Digitized by Google

gerade das, was wir beim Lande als Abnutzungscapital unter die Ausgaben setzen mußten, hier die vorzüglichsten Dienste leistet und segensreichen Gewinn trägt. Das ist ja auch die rechte wirthschaftliche Weise, daß man ein Kapital daran setzt, um nachher größeren Nutzen daraus zu ziehen. Es handelt sich hier nehmlich wieder um die Verdunstung; das ist der Vorgang, auf dem das ganze Wohl und Wehe der Erde beruht; ohne die Verdunstung wäre es auf der Erde, wenigstens auf dem Festlande dürr und todt; keine Pflanze könnte gedeihen, weder Menschen noch Thiere könnten dort leben; nur das Meer wäre belebt von Wasserthieren und Wasserpflanzen.

Die Verdunstung macht nun, daß auf dem ganzen weiten Meeresspiegel fortwährend eine Menge Wasser sich in Wassergas auflöst und sich als solches in die atmosphärische Luft erhebt. Die Luft ist auch gern bereit, es aufzunehmen und zu tragen, aber freilich mit Maaßen; es giebt eine gewisse Grenze, über welche hinaus ihr die Last zu groß wird, wie jedem Lastträger; soll ihr dann noch mehr aufgeladen werden, so schüttelt sie es ab. Und das ist gerade wieder eine sehr lobenswerthe Eigenschaft der Luft; denn wäre sie stark genug, alles Wassergas ohne Beschränkung zu tragen, so behielte sie es wohl für sich, und das Land bekäme nichts davon; so aber giebt sie freundlich ab, was ihr zu viel wird.

Wir müssen uns diese Eigenschaft der Luft näher ansehen. Zunächst müssen wir uns aber hüten, daß wir ihre Verdienste auch nicht ungebührlich erheben und ihr nicht etwas anrechnen, was ihr nicht zukommt; ihre Verdienste bleiben doch noch groß genug. Wenn wir sagten, daß die Luft bereit ist, das Wassergas aufzunehmen und zu tragen, so ist das zunächst nur ein negatives Verdienst. Es be-

Digitized by Google

steht dies nehmlich darin, daß die Luft die Verbreitung des Wassergases in ihre Atmosphäre zuläßt und nicht behindert, wenigstens nicht in Beziehung auf die Menge, wenn auch in Beziehung auf die Schnelligkeit. Nehmlich, wenn die Luft gar nicht da wäre, also wenn über dem Meere ein luftleerer Raum wäre, so würde die Verdunstung zwar, wie wir schon früher sahen, etwas schneller vor sich gehen, aber es würde gerade eben so viel verdunsten, es würde sich eine ebenso große Menge Wassergas bilden können als jetzt, wo die Luft über dem Meeresspiegel gelagert ist. Die Luft ist so freundlich, darin gar nicht zu hindern; so viel Wassergas seiner Natur nach sich bilden will und kann, so viel nimmt sie auf; sie sagt nicht: nun ist es genug, du verengst mir den Platz, ich weiß zuletzt selber nicht, wo ich noch vor allem Wasserdampf Raum finden soll; nein, sie richtet sich ein, daß sie sagen kann: komm nur so viel da will, ich habe zwischen meinen Theilchen immer noch Platz. Aber der Wasserdampf hat zuletzt vor sich selber nicht Platz; es kann nehmlich in einen gewissen Raum nur eine gewisse Menge Wassergas verdunsten; dabei ist es ganz gleichgültig, ob der Raum leer ist, oder ob sich Luft oder etliche andere Gase schon darin befinden. Läßt man in ein Gefäß, welches Luft enthält, Wasser verdunsten, so viel da will, und wiegt es dann, um zu finden, wieviel Wassergas sich hineinbegeben hat, und macht dann das Gefäß ganz luftleer und läßt wieder Wassergas hinein verdunsten, so viel will, und untersucht wieder durch Gewicht, so zeigt sich, daß in das luftleere Gefäß auch nicht im Geringsten mehr Wassergas sich hineinbegeben hat, als in das lufterfüllte Gefäß.

Es bildet also das Wassergas seine eigene Atmosphäre in der Luftatmosphäre; sie wohnen friedlich neben einander

Digitized by Google

und in einander, ohne sich den Platz zu verengen. Aber darin haben nun beide einen sehr verschiedenen Character; nehmlich die Luft läßt sich sehr viel gefallen, man kann in einen bestimmten eingeschlossenen Raum immer mehr und mehr Luft hineinbringen, so viel man nur will, sie geht hinein. Freilich ganz gutwillig nicht, man muß sie hineinpressen; aber wenn man nur Kraft genug hat und die Wände des Gefängnisses stark genug sind, so kann man es sehr weit treiben; die Luft geht hinein und bleibt Luft.

Anders macht es das Wassergas; es geht in einen bestimmten Raum absolut nur ein bestimmtes Maaß, auch nicht ein kleinstes Theilchen mehr. Aber wenn man es nun mit Gewalt hineinpreßt? Man hat ja doch sonst Mittel, Gehorsam zu erzwingen; wo etwas nicht gutwillig gehen will, kann man ja noch allerlei Maaßregelungen anwenden. Sollte sich denn der Dunst allein nicht maaßregeln lassen? Ja, da stehen wir wirklich vor etwas ganz Abnormen! Wir kennen aus unserer Kindheit her Märchen von Zaubrern, die sich beliebig in allerlei Gestalten verwandeln können. Will man ihnen etwas anhaben, so verwandeln sie sich plötzlich in einen furchtbaren Löwen, oder sie verstecken sich als eine Maus in irgend einen Winkel. Auch in der griechischen Mythologie wird uns von solchem Zaubrer erzählt, von dem Proteus, einem Sohne des Meergottes Oceanus und der Meergöttin Thetis, der ebenfalls die Kunst verstand, allerlei Gestalten anzunehmen. Der Wasserdunst ist nun ein solcher Proteus; will man ihn maaßregeln und ihn etwa in ein Gefängniß sperren, das ihm zu eng scheint, schnell schlägt er den Leuten ein Schnippchen und verwandelt sich — zwar nicht in einen Löwen oder in eine Maus, aber in — nun er kann

Digitized by Google

verſchiedene Geſtalten annehmen. Er erſcheint etwa als Nebel oder als Thau, als Reif, als Regen, als Schnee, als Hagel, wie es ihm gerade nach den verſchiedenen Umſtänden behagt, alſo mit einem Wort, die ganze Maaßreglung wird zu Waſſer. So kann etwa eine ganze Stube voll Waſſerdunſt ſich in ein kleines Waſſertröpfchen verwandeln und ſich in irgend einem Winkel verſtecken, alſo noch ärger, als wenn aus einem Elephanten im Märchen eine Maus wird. Ja in der That, eine ganze Stube voll, denn der Waſſerdunſt iſt zugleich ein Prahler, der ſich überall recht groß machen will; findet er ſonſt nur Gelegenheit dazu, ſo kann der Dunſt vom kleinſten Waſſertropfen ſich ſo ausdehnen, daß er einen ungeheuer großen Raum ausfüllt; er wird dann natürlich immer dünner. Alſo nach der einen Seite hin, in dem Sichgroßmachen, verhält ſich der Dunſt gerade wie die Luft; beide dehnen ſich immer weiter aus, je mehr Raum ihnen gegeben wird, und beide werden dann dünner; wird ihnen der Raum entzogen, ſo behelfen ſie ſich auch mit einem kleineren, ſie ziehen ſich enger zuſammen und werden alſo dichter. Die Luft kennt darin keine Grenzen, ſie zieht ſich ſo eng zuſammen, als man es haben will. Der Dunſt aber hat ſeine Grenzen; wird er zu eng zuſammengedrückt, ſo zieht er ſich nicht mehr dichter zuſammen, ſondern verwandelt ſich in Waſſer. Alſo in einen beſtimmten Raum geht nur ein beſtimmtes Maaß oder Gewicht Dunſt als Dunſt hinein.

Aber es kommt freilich noch ein Umſtand hinzu, den wir bisher der Deutlichkeit wegen unberückſichtigt gelaſſen hatten, nehmlich die Temperatur. Unſer Satz muß nun heißen: *In einen beſtimmten Raum von beſtimmter Temperatur geht nur ein beſtimmtes Maaß von Waſſerdunſt hinein.* Wird nehmlich der Raum

Digitized by Google

erwärmt, so geht mehr Dunst hinein; er liebt also die Wärme. Wird aber der Raum erkältet, so geht weniger Dunst hinein, und war der Dunst schon in einem warmen abgeschlossenen Raum und wird dieser Raum nun erkältet, so verwandelt sich ein Theil des Dunstes in Wasser.

Also wir haben z. B. eine beiderseitig fest verschlossene und luftleere Glasröhre, in welcher sich ein wenig Wasser befindet. Das Wasser verdunstet nun zum Theil in den leeren Raum der Röhre hinein. Je wärmer man nun die Röhre macht, desto mehr Wasser verdunstet; also des Wassers wird immer weniger, des Dunstes immer mehr, er wird immer dichter. Läßt man die Röhre dann wieder erkalten, so wird aus einem Theil des Dunstes wieder Wasser, weil in diesem Raum bei geringerer Temperatur nicht so viel Dunst existiren kann. Wäre aber die Röhre so eingerichtet, daß sie an einem Ende durch einen verschiebbaren, luftdichten Stöpsel verschlossen ist, durch dessen Hin- und Herschieben der verschlossene Raum der Röhre vergrößert oder verkleinert werden kann, so kann man dabei auch in folgender Weise verfahren. Ist nehmlich die Röhre sehr erwärmt und mit dichtem Dunst erfüllt, und man schiebt dann, während sie erkaltet, zugleich den Stöpsel zurück, so daß der innere Raum der Röhre größer wird, so verwandelt sich auch beim Erkalten der Dunst nicht wieder in Wasser, sondern bleibt Dunst, weil er nun auch für die niedere Temperatur Raum genug hat. Oder ist die Röhre bei hoher Temperatur mit Dunst erfüllt und man stößt dann, ohne die Röhre erkalten zu lassen, den Stöpsel hinein, so daß der innere Raum kleiner wird, so verwandelt sich trotz der hohen Temperatur ein Theil des Dunstes wieder in Wasser, weil es ihm nun an dem behaglichen Raum fehlt.

Digitized by Google

Kehren wir nun zu der atmosphärischen Luft zurück. Sie befindet sich über dem Meere und über andern Gewässern; an der Oberfläche des Wassers verdunstet dasselbe, und Wasserdunst steigt in die atmosphärische Luft, die ihn aufnimmt. Hier übt nun die Luft ihren ersten Einfluß aus. Durch ihre Temperatur bestimmt sie auch die Temperatur des Raumes, in welchen hinein der entstehende Wasserdunst sich begeben kann. Ist die Luft recht warm, so kann viel Dunst in den Raum, den sie einnimmt, oder zwischen ihre Theilchen hineinsteigen, oder die Luft kann dann viel Wasserdunst tragen. Ist sie kalt, so kann sie nur weniger Wassergas tragen.

Wir wollen uns dies an bestimmten Zahlen noch anschaulicher machen. Wir nehmen z. B. ein Kubikmeter Luft; ein Meter ist etwas über 3 Fuß lang, ein Kubikmeter ist also ein würfelförmiger Raum, der etwas über 3 Fuß lang, breit und hoch ist. Wieviel Wassergas kann nun in einem Kubikmeter Luft enthalten sein? Dies hängt ganz von der Temperatur der Luft ab; wir geben einige Beispiele. Ist die Temperatur der Luft gleich Null, so kann sie für jedes Kubikmeter nur 5⅔ Gramm Wasserdunst aufnehmen. Ein Gramm ist ungefähr ½ Quentchen Neugewicht. Steigt die Temperatur der Luft auf

4° R., so kann sie 7⅕ Gramm tragen,
bei 8° „ „ „ 9⅗ „ „
„ 12° „ „ „ 13 „ „
„ 16° „ „ „ 17 „ „
„ 20° „ „ „ 22½ „ „

Mehr als hier angegeben, kann die Luft bei der betreffenden Temperatur nicht aufnehmen. Ruht also z. B. eine Luftmasse über einem Gewässer, ist sie 12° warm und hat schon auf jedes Kubikmeter 13 Gramm Dunst aufgenommen,

Digitized by Google

so kann sie sich nun nichts weiter aufladen lassen. Die Verdunstung muß aufhören, oder will noch irgendwie Dunst hineindringen, so wird dieser gleich wieder zu Wasser. Die Luft hat ihre Ladung, sie ist satt; man sagt daher auch, die Luft sei mit Wasserdunst gesättigt, wenn sie so viel desselben aufgenommen hat, als ihr nach ihrer Temperatur zukommt. Wird ihre Temperatur gesteigert, dann kann sie freilich gleich wieder mehr Wassergas verschlucken. Wird aber die Luft kälter, und sie war schon gesättigt, so kann sie den getrunkenen Dunst nicht alle bei sich behalten; der Ueberfluß wird zu Wasser und fällt nieder. Je nach den Umständen nun, unter denen der Dunst zu Wasser wird, nennen wir ihn Regen, Thau, Nebel, Reif, Schnee.

Nun erkennen wir wohl, welchen großen Dienst die Luft fort und fort den Ländern als Wasserträger leistet. Sie ruht über dem Meere oder bewegt sich darüber hin; dabei nimmt sie eine Menge Wasserdunst in sich auf. Sie zieht z. B. von Südwest her über das atlantische Meer; sie hat dabei etwa eine Temperatur von 20 Grad. Sie könnte dabei 22½ Gramm Wasserdunst für jedes Kubikmeter in sich aufnehmen. Sie bleibt aber nicht so lange dort, um sich ganz zu sättigen, sie nimmt etwa nur 13 Gramm auf, also so viel, als sie bei 12 Grad gerade tragen könnte. Nun zieht sie über Spanien, Frankreich, sie wird kälter, aber ist immer noch über 12 Grad warm. So kommt sie zu uns; hier sind etwa 8 Grad Wärme, bei dieser Temperatur kann sie nur noch 9⅗ Gramm tragen. Der Ueberschuß, den sie hat, nehmlich $13 - 9\frac{3}{5} = 3\frac{2}{5}$ Gramm für jedes Kubikmeter, fällt als befruchtender Regen auf unsere Saatfelder nieder und speist unsere Quellen und Brunnen.

So hat sie für uns aus dem atlantischen Meere das

Digitized by Google

Waſſer geſchöpft und hat es über Spanien und Frankreich hin bis zu uns getragen. Wir brauchen es gerade, da giebt ſie es uns. Sie hat viel Mühe davon gehabt, und wir ſagen ihr vielleicht nicht einmal: danke ſchön!

Ja, ſie leiſtet uns dabei noch einen andern ſehr wichtigen Dienſt. Sollten wir uns ſelber das Waſſer aus dem Meere holen, ſo hätte dies, abgeſehen von der Rieſenarbeit, die wir nicht ſchaffen könnten, noch einen andern großen Uebelſtand. Wir könnten das Waſſer ſo noch gar nicht gebrauchen, weder zum Trinken, noch um unſere Gärten und Aecker damit zu begießen, denn dies bittere Salzwaſſer möchte uns wenig behagen, und den meiſten Pflanzen bekommt es auch nicht. Wir müßten nun erſt große Deſtilliranſtalten anlegen, um es vom Salz und andern Beimiſchungen zu reinigen, und woher ſollte dazu alles Brennmaterial kommen! Unſer lieber Waſſerträger aber, die atmoſphäriſche Luft, iſt ſo freundlich, uns das Waſſer gleich deſtillirt zu bringen, reines aqua destillata wie aus der Apotheke.

Wenn übrigens die Luft mit dem Waſſergehalt, den ſie aus dem Meere geſchöpft hat, zu uns kommt, ſo hängt es dabei noch von verſchiedenen Umſtänden ab, ob ſie ſich auch herbeiläßt, uns damit zu tränken oder nicht. Manchmal macht ſie Ausſicht dazu und läßt uns dann doch noch lange warten; manchmal täuſcht ſie uns auch ganz; manchmal wieder gießt ſie unvermuthet eine Menge Waſſer über uns aus, wenn wir vielleicht gerade ohne Regenſchirm, und die Damen mit ſeidenen Hüten auf dem Spaziergange ſind. Solche kleine Neckereien müſſen wir uns von dem lieben Freunde, der es ſonſt ſo gut mit uns meint, ſchon gefallen laſſen. Wenn nehmlich die Luft mit ihrem Waſſervorrathe zu uns kommt, iſt vielleicht die Temperatur noch

Digitized by Google

nicht so niedrig, daß jene darin schon von Dunst übersättigt ist; sie kann den Wasserdunst noch tragen und behält ihn daher. Es wird aber windstill, die mit Dunst geschwängerte Luft bleibt bei uns. In den obern Regionen kühlt es sich so ab, daß der Dunst in Wasserbläschen übergeht; es bilden sich Wolken, die immer dichter werden, weil sich immer mehr Dunst in Wasser verwandelt. Wir denken jeden Augenblick, nun wird es regnen. Aber hier unten ist es noch wärmer, hier ist noch nicht die Temperatur, wo die Luft übersättigt ist. Indem also die Wolken sich senken und in die wärmeren Schichten kommen, verwandeln sich die Wasserbläschen wieder in Gas und steigen wieder auf. So sehen wir fortwährend Wolken am Himmel und bemerken gar nicht, daß sie auf- und niedersteigen, sich bald in Dunst, bald in Wasserbläschen verwandeln. So können wir oft Wochen lang warten; die Luft ist hier unten immer nahe am Sättigungspunkt, aber doch noch nicht übersättigt; darum giebt sie noch nichts ab.

Nun kann sich aber etwas ereignen, um die Landleute, deren Saaten schon halb vertrocknen, recht böse zu machen. Es wird mit einemmal einige Grad wärmer, und fort sind alle Wolken, der klare blaue Himmel lacht freundlich auf alle unschuldigen Kinder nieder; der berechnende Landmann aber lacht nicht. Bei der gesteigerten Temperatur ist die Luft nun weiter vom Sättigungspunkte entfernt, es lösen sich daher alle entstandenen Wasserbläschen schnell in unsichtbaren Dunst auf. Es ist noch gerade eben so viel Wassergehalt in der Luft als vorher, da der Himmel voll schwarzer Wolken hing; aber er ist nun bei der höheren Temperatur als Dunst unsichtbar geworden. Du gehst nun bei klarem Himmel spazieren, recht leicht angezogen, nicht wie die vorsichtigen Engländer oder wie Kladderadatsch-

Digitized by Google

Schultze immer mit dem Regenſchirm. Da erhebt ſich ein kälterer Wind, oder die Luft wird ſonſt plötzlich abgekühlt; in wenigen Augenblicken iſt die Temperatur der Luft ſo verringert, daß ſie von dem vorhandenen Waſſerdunſt weit überſättigt iſt, — und ein ſtarker Regen ſtrömt nieder. Wenn Du dann ganz durchnäßt biſt, dann denke: die Engländer und Schultze haben doch Recht.

Aber es braucht ſich auch die Temperatur gar nicht zu verändern, und es kann doch zum Regnen kommen. Es erhebt ſich vielleicht in den oberen Schichten, nicht unten, ein Wind, der von ferne her große Luftmaſſen zu uns bringt, während unten die mit Dunſt geſchwängerte Luft noch ruhig bleibt. Die obere zugeführte Luft drückt nun auf die untere; dadurch wird dieſe mit Dunſt geſchwängerte Luft mehr zuſammengepreßt, ihr Raum wird, wie in jener Röhre, verringert; dadurch kommt ſie auch über den Sättigungspunkt und läßt nun einen Theil des Waſſergaſes als Regen niederfallen. Es iſt ſo, als wenn ein Schwamm voll Waſſer iſt; er beherbergt Alles und läßt nichts fallen, drückt man ihn aber, ſo regnet er in ſtarken Strömen.

So ſehen wir alſo, wie die mannigfachſten Urſachen zuſammenwirken, um uns und unſern Fluren das nöthige Waſſer darzureichen, wie es aber immer die Luft iſt, welche die Dienſte des Waſſerträgers für uns verrichtet und uns das Waſſer weit her aus den großen Waſſerbehältern der Erde zuführt.

Aber wir haben erſt auf die offenbaren, recht in die Augen fallenden Dienſte geachtet, auf die größeren Waſſermengen, die ſie uns als Regen zuführt. Aber ächte Freunde und Wohlthäter thun auch viel Gutes im Verborgenen und reichen womöglich täglich, wenn auch in kleineren Portionen, ihre Liebesgaben dar, ohne viel Weſen

Digitized by Google

davon zu machen. Die Luft ist auch solch heimlicher Wohlthäter. Der Landmann blickt oft recht verdrießlich in den klaren Himmel hinein; er denkt, wenn sich der Himmel doch endlich mit Wolken überziehen möchte, dann wäre doch Aussicht auf Regen. Aber er bedenkt nicht, daß in regenloser Zeit ein klarer Himmel ihm ein besserer Freund ist als ein bewölkter. Der Landmann ist ja frühe auf; wenn er dann nur auch seine Augen recht aufthun wollte, dann würde er sehen, daß bei heiterem Himmel fast jede Nacht, während er schlief, Jemand auf sein Feld gegangen ist und nicht etwa wie der Feind Unkraut unter den Weizen gesäet, nein, sein ganzes Feld begossen hat und zwar so sorgfältig, daß jedes Hälmchen sein Theil bekommen hat. Dieser Freund war wieder die atmosphärische Luft, die — da sie nicht genug zum Regnen hatte — sich doch erbarmte und von ihrem Wassergehalt einen Theil als Thau den durstenden Pflanzen zum Labetrunk gab. Und das geschieht gerade nur bei heiterem Himmel; denn die Thaubildung ist eine Folge der Wärmeausstrahlung. Wenn die Sonne untergegangen ist, so beginnt die Erdoberfläche die Wärme auszustrahlen; ihre Temperatur wird dadurch oft um 2—8 Grad niedriger als die der umgebenden Luft. Dadurch wird die Luft, die zunächst mit den Gegenständen in Berührung kommt, auch abgekühlt und zwar oft so, daß sie bei dieser kühlen Temperatur an Wasserdunst übersättigt ist und dieser sich nun in Wassertropfen verwandelt, die sich an die abkühlenden Gegenstände als Thau anhängen. Es ist derselbe Vorgang, wie das Beschlagen kalter Gegenstände, z. B. einer Brille, wenn man mit ihnen in eine warme, mit Wasserdünsten geschwängerte Stube kommt. Rauhe und lose Gegenstände strahlen schneller die Wärme aus, als glatte und dichte. Daher

Digitized by Google

bethauen auch Gräser, Halme, Pflanzen, auch Holz leichter als Steine und Metalle. Die Pflanzen noch dazu um so mehr, da sie einzeln in die Luft hineinragen und ihnen so vom Boden her weniger Wärme zugeleitet werden kann. Die Luft geht also mit ihrem Wassergehalt, wenn er noch gering ist, sehr haushälterisch um. Sie denkt: ihr Steine und ihr Metalle, aus denen man Schwerter und Lanzen macht, ihr könnt es entbehren, euch gebe ich jetzt nichts. Aber ihr Gräser und Pflanzen, die ihr mir meine lieben Menschen ernähren und versorgen sollt, euch gebe ich gern, so viel ich kann. Und so gießt sie ihre labenden Thautropfen über die Saaten aus; aber die Steine und Metalle läßt sie trocken. Wenn einmal das Budget so überreich ist, daß sie es in Strömen ausgießen kann, dann sollen die Metalle auch Ueberfluß haben.

So geht es bei heiterem Himmel zu, wenn es zugleich windstill ist, daß nicht ein warmer Wind den Pflanzen immer neue Wärme zuführt und sie nicht ganz abkühlen läßt. Aber bei bewölktem Himmel bildet sich kein Thau; denn die Wärme, die aus den Pflanzen ausstrahlt, wird von der Wolkendecke immer wieder zurückgeworfen, zurückgestrahlt, so daß es nicht zu der nöthigen Abkühlung der Saaten kommen kann. Daher thaut es auch unter Bäumen nicht, weil unter ihnen die Wärme des Erdbodens nicht in den freien Himmelsraum ausstrahlen kann.

Wird nun in der Nacht die Temperatur der ausstrahlenden Gegenstände unter den Gefrierpunkt abgekühlt, so bildet sich statt des Thaues Reif, indem die entstehenden Wassertropfen gleich gefrieren. Bei Tage schmelzen sie und kommen dann doch den Pflanzen zu Gute. Wir wissen nun auch, warum hölzerne Gegenstände, Balken, Bohlen, Gelän-

Digitized by Google

der ꝛc. eher bereifen als Steine, weil sie nehmlich schneller die Wärme ausstrahlen als diese.

Wie der Reif durch die Kälte aus dem Thau geboren wird, so ist der Schnee ein Kind der Wolken, wenn die Kälte den verdichteten Wasserdunst nicht in Wasserbläschen, sondern in kleine Eiskrystalle verwandelt, die dann niederfallen und während des Fallens noch den Wasserdunst der Luft in Eiskrystalle verwandeln und sich damit vergrößern.

Der Nebel ist nichts anderes als niedrig geborene Wolken; er entsteht, wenn die Gewässer oder der feuchte Boden wärmer ist als die Luft, und letztere schon sehr stark mit Wasserdunst gesättigt ist. In Folge der unteren höheren Temperatur verdunstet das Wasser, der Dunst steigt auf, wird aber gleich in Wasserbläschen verwandelt, weil durch sein Hinzukommen die schon mit Dunst geschwängerte Luft übersättigt wird.

So haben wir zuletzt noch die Wassergeschenke, welche die Luft uns bringt, in ihren verschiedenen Formen angeschaut. Es ist alles dasselbe destillirte Wasser, aber die Luft liebt es, unter Mitwirkung der Wärme uns diese Geschenke zur Abwechslung in mannigfachen Gestalten darzureichen.

Wir haben nun im Allgemeinen die großen Dienste überblickt, welche die atmosphärische Luft als Wasserträger dem Festlande leistet. Sie ist die große Vermittlerin zwischen Wasser und Land, welche diese beiden Elemente zusammenbringt und dadurch den Grund zu allem Leben auf dem Festlande legt. Wohl berühren sich Land und Wasser in großen Ausdehnungen, aber sie gehen doch kalt und gleichgültig neben einander her, ohne einander zu dienen oder mit einander zu wirken. Da kommt die Luft und schließt durch ihre Vermittelung einen innigen Freund-

Digitized by Google

schaftsbund zwischen Land und Wasser und regt sie zu gegenseitigem Dienst und zu gemeinsamem Wirken an, und aus dieser Gemeinsamkeit erwächst auf der sonst todten Erde ein reiches Leben in den mannigfaltigsten vegetabilischen und animalischen Gestalten.

Werfen wir nun aber noch einmal einen Blick in das Ausgabenbuch des Naturhaushaltes und zwar in die Branche der Zölle und Abgaben, und bemerken da den ungeheuren Tribut an Wasser, den das Land fortwährend vermittelst der Flüsse an das Meer zahlt, so bekommen wir nun einen ganz andern Begriff davon. Was uns erst als eine so ungeheure Abgabe erschien, das erkennen wir jetzt nur als eine kleine Rückzahlung. Das Land giebt durch die Flüsse dem Meere, von welchem es durch Vermittelung der Luft ja alles Wasser empfängt, nur die Ueberschüsse zurück, nur das, was es zu viel empfangen hat. Es sind nur die Ueberschüsse, die in den Staatsschatz gelegt werden, um seiner Zeit wieder für das Wohl des Landes verwendet zu werden.

So sehen wir in diesem Haushalte eine großartige Circulation, um überall Leben zu erwecken. Da kommt nichts um, und nichts wird unnütz vergeudet. Das Kapital wird in den großen Verkehr der Thier- und Pflanzenwelt hineingegeben; es werden damit die großartigsten und segensreichsten Werke zu Stande gebracht. Und wo ein Theil gerade für diesen Verkehr nicht verwendbar ist oder die Circulation schon durchgemacht hat, da fließt es auf geordnetem Wege wieder in den großen Staatsschatz zurück. Aber auch auf diesem Rückwege muß es große Dienste leisten. Es bildet die bequemsten Verbindungswege zwischen den innersten Binnenländern und den Küstenländern und dem Meere selbst und bietet so das Mittel,

Digitized by Google

die Producte, die es erst hat schaffen und bilden helfen, nun unter die verschiedensten Gegenden leicht zu vertheilen und so überall Mangel und Ueberfluß auszugleichen. Und zu dem Allen ist die atmosphärische Luft die Vermittlerin.

Wir haben nun die Arbeit der Luft als Wasserträger physikalisch betrachtet; in den folgenden Vorträgen wollen wir sie geographisch ansehen, d. h. wir wollen nachweisen, wie in den verschiedenen Ländern der Erde durch ihre mannigfachen Terrainverhältnisse dieser Dienst der Luft gefördert oder gehemmt wird, und wie danach Klima und Fruchtbarkeit der Länder sich gestaltet.

Digitized by Google

Neunter Vortrag.

Fortsetzung des vorigen. Die Luft als Wasserträger.

Im Anschluß an den vorigen Vortrag wollen wir nun in geographischer Beziehung die Dienste betrachten, welche die atmosphärische Luft dem Lande als Wasserträger leistet. Wir wollen dazu eine Reise über die ganze Erde antreten und alle namhaften Länder besuchen, um uns in ihnen danach umzusehen, in welcher Weise die Luft ihnen das Wasser zuträgt und ihre Fluren befruchtet, oder woran es liegt, wenn sie einem Lande solchen Dienst verweigert, so daß es fast verschmachten muß.

Wir müssen dazu auf die Terrainverhältnisse der verschiedenen Länder, auf ihre Lage zu dem Meere, auf ihre Gebirgszüge, auf ihre Hoch- und Tiefebnen und auf ihre Entfernung von dem Aequator oder von den Polen Rücksicht nehmen; denn das Alles hat auf die wasserbringenden Dienste der Luft einen sehr großen entscheidenden Einfluß. Wir werden uns dabei aber auch der verschiedenen Windrichtungen, wie wir sie in den frühern Vorträgen kennen gelernt haben, erinnern müssen, namentlich des untern Polarstroms und des obern, zurückfließenden Aequatorialstroms und der daraus entstehenden Passate, der Monsune und der Hauptwinde der gemäßigten Zonen. Denn die Luft kann ja das Wasser, das sie aus dem Meere schöpft, dem

Digitized by Google

Lande nur zuführen, wenn sie in Bewegung ist, also wenn sie als Wind auftritt, und dabei ist die Richtung dieser Bewegung für die verschiedenen Länder in Beziehung auf die Versorgung mit dem nöthigen Wasser heil- oder unheilbringend.

Ehe wir aber unsere Reise antreten, wollen wir, wie es zu jeder Reise im Interesse der Wissenschaft nöthig ist, uns erst mit den noch nöthigen Vorkenntnissen ausrüsten, damit wir an jedem Ort gleich wissen, worauf wir unser Augenmerk besonders zu richten haben. Der vorige Vortrag sollte den wichtigsten Grund zu diesen Vorkenntnissen in physikalischer Beziehung legen; jetzt wollen wir uns aus diesen physikalischen Vorkenntnissen die wichtigsten Folgerungen in Beziehung auf die mancherlei Terrainverhältnisse ziehen, damit wir mit gewissen allgemeinen leitenden Grundsätzen ausgerüstet uns auf die Reise begeben können.

Wir haben gesehen, daß die Luft desto mehr Wasserdunst aufnehmen kann, je wärmer sie ist, und zugleich auch, daß in der Wärme das Wasser schneller verdunstet, als in der Kälte. Die natürliche Folge dieses Gesetzes ist, daß der Wassergehalt der Luft desto mehr zunimmt, je mehr man von den Polen nach der heißen Zone, nach dem Aequator hin kommt. Unsre Wahrnehmung durch das Gefühl und durch den Augenschein könnte uns darin leicht irre leiten und uns das Gegentheil als richtig erscheinen lassen. Denn in der heißen Zone ist der Himmel meist klar und heiter, und die Luft scheint trocken, während der Himmel im Allgemeinen desto bewölkter, und die Luft feuchter wird, je mehr man nach den gemäßigten und kalten Zonen kommt. Dies scheint dafür zu sprechen, daß in den kalten Gegenden die Luft mehr Wassertheile mit sich führt. Aber das ist nichts als Prahlerei; es ist ein bloßer Flitterstaat, den

Digitized by Google

sich die Luft in der Kälte umhängt; im Grunde ist sie dort sehr wasserarm und kann nicht viel abgeben. Sie kann in der Kälte nicht viel Wasserdunst beherbergen, sie ist dann schon von wenigem Dunst leicht übersättigt; der Dunst verdichtet sich daher dort bald in Wasserbläschen, die in Nebel und Wolken sichtbar werden und unsre Haut feucht machen. In der großen Wärme aber trägt sie alles Wasser als unsichtbaren Dunst.

Es ist dasselbe Verhältniß wie an einem und demselben Ort zu verschiedenen Zeiten. Bei uns hat die Luft im Sommer und am Tage mehr Wassergehalt als im Winter und bei Nacht, und doch zeigt uns der Winterhimmel weit mehr Wolken und Nebel, und wir müssen uns selbst nach heitern Sommertagen vor der feuchten Nachtluft hüten.

Diese Verschiedenheit des Wassergehalts der Luft in den verschiedenen Zonen äußert dann auch auf die Vegetation einen großen Einfluß. In der heißen Zone können die Pflanzen Monate lang des Regens entbehren und wachsen dabei doch in der üppigsten Fülle; die Luft ist so reich an Wassertheilen, daß die Pflanzen aus ihr auch ohne Regen ihren Wasserbedarf entnehmen können. In der gemäßigten und kalten Zone aber verkümmern die Pflanzen, wenn sie nicht häufig mit Regen getränkt werden, denn aus der wasserarmen Luft können sie nur äußerst wenig zur Stillung ihres Durstes nehmen. Zum Glück nimmt aber auch im Allgemeinen die Zahl der Regentage zu, je mehr man von dem Aequator nach den Polen wandert; die Zahl der Regentage, aber natürlich nicht die Menge des Regens, denn wer selber nicht gar viel hat, der kann wohl, wenn er es eintheilt, oft etwas geben, aber immer nur eine geringe Gabe.

Der reiche Wassergehalt der tropischen Luft kann eine

Digitized by Google

große Menge Regen geben; da aber diese heiße Luft das Wasser in großer Menge als Dunst tragen kann, so müssen auch besondere Umstände kommen, um die Luft so zu übersättigen, daß der Dunst als Regen hinabfällt. Solche Umstände kommen nur selten — wir werden sie gleich näher kennen lernen —; wenn es aber zum Regnen kommt, dann kommen auch ungeheure Wassermengen herunter. Daher ist die durchschnittliche jährliche Regenmenge in der heißen Zone im Verhältniß zu der der übrigen Zonen sehr beträchtlich; sie beträgt 90 Zoll, d. h. wenn ein Jahr hindurch sämmtliches Regenwasser, das in der heißen Zone niederfällt, stehen bliebe, ohne sich zu verlaufen und ohne zu verdunsten, so würde am Ende des Jahres über der Oberfläche der ganzen heißen Zone das Regenwasser 90 Zoll hoch stehen. An einzelnen Orten aber beträgt die jährliche Regenmenge ungleich mehr; so z. B. auf St. Domingo 100 Zoll, in San Luis de Maranhao in Brasilien 259 Zoll, in Guadeloupe 274 Zoll, und in Mahabaleschwar auf der Westseite von Ostindien sogar 283 Zoll, c. 24 Fuß hoch.

Und diese ganze Regenmenge fällt innerhalb weniger Wochen; ja in Cayenne, im französischen Guyana in Südamerika, fiel einmal an einem einzigen Tage 21 Zoll Regen. Die ganze übrige Zeit des Jahres ist dann heitrer, klarer Himmel.

In der nördlichen gemäßigten Zone beträgt die jährliche Regenmenge durchschnittlich nur 35 Zoll, auf der südlichen Halbkugel nur 25 Zoll. Es ist dies der mittlere Durchschnitt; auf die verschiednen Gegenden vertheilt sich die Regenmenge in verschiednem Verhältniß. So hat z. B. Petersburg nur 16 Zoll Regen, Berlin 20″, Trier 28″, Bern 43″, Deutschland durchschnittlich 26 Zoll.

Digitized by Google

In der kalten Zone, in welcher das Wasser meist als Schnee niederfällt, ist die Quantität viel geringer, dagegen nimmt die Zahl der Regen- und Schneetage sehr zu. Die kalte Luft dort kann nicht viel Wasser als Dunst beherbergen, sie ist bald übersättigt und läßt daher ihren geringen Wasservorrath sehr häufig als Regen oder Schnee niederfallen. Fast jede Erniedrigung der Temperatur oder Zuführung neuen Wasserdunstes durch einen Wind hat einen Regen- oder Schneefall zur Folge. So hat im Durchschnitt jährlich das südliche Europa 120, das mittlere 145, das nördliche 180 Regentage. Wir werden aber sehen, daß dies Verhältniß der Regenmenge und der Regentage nur gilt, wenn die sonstigen Verhältnisse dieselben sind; es kommen andre Umstände hinzu, die bedeutende Veränderungen hervorbringen.

Durch den eben erwähnten Einfluß der Wärme auf die Regenmenge und die Zahl der Regentage theilt sich nun die ganze Oberfläche der Erde in zwei verschiedne Regenzonen. Es giebt nehmlich eine Zone des periodischen Regens, wo also nur zu bestimmten Zeiten Regen fällt, sonst aber gar nicht, und eine Zone des veränderlichen Niederschlags, wo sich Regen, Nebel oder Schnee auf das ganze Jahr und über alle Jahreszeiten vertheilt, wo also jeder Tag Regen bringen kann. Die heiße Zone ist die Zone des periodischen Regens; es regnet dort zweimal des Jahres zu bestimmter Zeit und dann gleich einige Wochen hinter einander. Für die ganze übrige Zeit des Jahres ist ein Regenschirm so unnütz wie bei uns ein Stubenofen im Juli. Diese Regenzeit findet für jeden Ort dann statt, wenn die Sonne durch den Zenith geht, d. h. wenn die Strahlen derselben den Ort senkrecht treffen. Wir wissen, daß dies für jeden Ort zwischen den Wendekreisen

Digitized by Google

jährlich zweimal geschieht, indem der senkrechte Stand der Sonne sich jährlich von dem südlichen Wendekreise zum nördlichen und von da wieder zum südlichen zurückbewegt, bei dieser Wanderung folglich jeden Ort zweimal, beim Hin- und beim Zurückgange, trifft. Diese Zeitpunkte der senkrechten Sonnenhöhe fallen desto näher zusammen, je näher ein Ort einem Wendekreise liegt, und gehen an dem Wendekreise selbst ganz in einander über, während sie unter dem Aequator durch einen halbjährigen Zwischenraum getrennt sind.

Wir müssen uns nun daran erinnern, daß in der heißen Zone ein regelmäßiger Ostpassatwind weht; die Verdunstung der Gewässer ist dort außerordentlich stark, der Passatwind führt also eine große Menge Wasserdunst mit sich und bringt solchen den tropischen Ländern zu. Dieser Dunst kann sich aber nicht zu Regen verdichten, weil die heiße Luft dort viel Dunst tragen kann, und weil der Passatwind das Uebermaaß immer wieder fortführt. Nähert sich nun aber die Sonne dem Zenith des Ortes, d. h. wird der Bogen, den die Sonne über dem Ort beschreibt, immer höher, bis er endlich ganz senkrecht wird, so steigert sich die Hitze in fast unerträglicher Weise, die Luft wird im Verhältniß zu derjenigen der neben liegenden Gegenden so erhitzt und dadurch so leicht, daß sie mit großer Schnelligkeit aufwärts steigt. Durch diesen aufwärts steigenden Luftstrom wird der Passatwind ganz aufgehoben, aller Wasserdunst, der reichlich zugeführt worden ist und der durch die in der Hitze noch gesteigerte Verdunstung noch vermehrt wird, wird rasch in die Höhe geführt. So sammelt sich in den obern Schichten mehr und mehr Dunst an, durch die Anhäufung und durch die oben erfolgte Abkühlung verwandelt er sich in Wasserbläschen, es bilden

Digitized by Google

sich Wolken, erst einzelne, es fallen einzelne Regenschauer nieder; allmählig überzieht sich der ganze Himmel mit dunklem Gewölk, die Luft kann die Menge des Wassers nicht mehr tragen, und dies fällt nun in starken und anhaltenden Regenströmen Tage- und Wochen lang hernieder.

Es ist dies die Zeit, wo zwar der Mensch in der so hoch gesteigerten feuchten Hitze erschlafft, wo aber die Pflanzenwelt in außerordentlicher Fülle und Ueppigkeit aufwächst. In dem Maaße als die Sonne sich von dem Zenith entfernt, wird auch der Regen geringer; die Wolken verlieren sich allmählig, es wird heitrer, blauer Himmel, bis die Sonne auf ihrem Rückwege zum zweiten Mal in den Zenith tritt und eine neue Regenzeit bringt. Die Länder, welche in das Gebiet des periodischen Tropenregens gehören, sind besonders: der ostindische Archipel, namentlich die sundischen Inseln, die Nordküste von Australien, Vorder- und Hinterindien, die mittlere Ostküste von Afrika, die Küste von Senegambien und Guinea, die westindischen Inseln, Guyana, Columbien und Brasilien.

Die Länder der gemäßigten und kalten Zone gehören in die zweite Regenzone oder in das Gebiet des veränderlichen Niederschlags. Der Regen findet sich dort über alle Jahreszeiten vertheilt. Aber die größere oder geringere Menge des Regens hängt sehr von der Lage jedes Landes ab, und zwar ist dabei zunächst von Wichtigkeit, ob ein Land nahe am Meere oder weit ab von demselben liegt, ob es eine Insel, ein Küsten- oder ein Binnenland ist. Wir können so in Beziehung auf Regen und auch auf Temperatur ein *insulares* und ein *continentales* Klima unterscheiden.

Die Inseln haben ein feuchtes und verhältnißmäßig mildes Klima; die Winde kommen dort ja allerseits vom

Digitized by Google

Meere her und bringen also reichlichen Wasserdunst mit; an Feuchtigkeit kann es daher den Inseln nicht leicht fehlen. Außerdem bringt ihnen aber die Luft, die ihnen so reichlich das Wasser zuträgt, auch eine gewisse Gleichmäßigkeit der Temperatur mit. Das bewegliche Element des Meeres ist ganz dazu geeignet, große Gegensätze in der Temperatur zu verhindern. Das Wasser wird weder so schnell erwärmt noch abgekühlt als das Land; die wärmeren Wasserschichten als die leichteren sind immer oben; aber da das Meer so vielfach bewegt wird, so kommen auch immer wieder von unten her kältere Wasserschichten nach oben und kühlen die Oberfläche ab. Zugleich erfolgt eine fortwährende Abkühlung durch die Verdunstung; denn das Wasser kann sich nicht in Dunst verwandeln, ohne eine große Menge Wärme zu verschlucken; entzieht man dem Dunst die Wärme, also erkältet man ihn, so wird er ja, wie wir gesehen haben, wieder zu Wasser. Der Dunst braucht also zu seinem Bestehen eine ansehnliche Quantität Wärme; er nimmt diese bei seinem Entstehen aus seiner Umgebung und kühlt letztere daher ab. So kann es also auf dem Meere nie zu einer übermäßigen Hitze kommen. Aber auch die Kälte kann nicht sehr groß werden; denn wenn die oberen Wasserschichten abgekühlt werden, so tauchen sie unter und entziehen sich dem weiteren Einfluß der kalten Luft; sie werden nehmlich durch die Abkühlung dichter und schwerer und sinken daher unter. So kommen andre Schichten, die noch mehr Wärme haben und leichter sind, nach oben, holen sich auch ihre Portion Abkühlung und tauchen dann ebenfalls unter. So ist ein beständiges Auf- und Niedersteigen. Das ganze Meer aber bis in seine untersten Schichten in hohem Grade zu erkälten, das wäre eine Riesenarbeit, die ein Winter nicht vollbringt; hat er darin

Digitized by Google

ein Stück Arbeit geschafft, so kommt schon die Frühlingssonne wieder und macht seinem fruchtlosen Bemühen ein Ende.

So kann es also auf dem Meere weder im Sommer sehr heiß, noch im Winter sehr kalt werden, d. h. natürlich im Verhältniß zu dem Breitengrade, unter dem es sich befindet. Das Meer in der kalten Zone wird natürlich viel kälter sein als in der heißen Zone; aber an jedem Ort des Meeres für sich ist der Unterschied der Temperatur im Winter und im Sommer kein sehr großer, die Temperatur ist das ganze Jahr hindurch eine mehr gleichmäßige. Diese Gleichmäßigkeit theilt sich dann in gewissem Grade auch der darüber befindlichen Luft und durch diese auch den Inseln mit. So findet sich denn auf den Inseln zwischen Sommer und Winter kein so großer Unterschied, wie er auf dem Festlande vorkommt.

Ein andrer Umstand, welcher den Orten in der Nähe des Meeres eine mehr gleichmäßige Temperatur giebt, ist der bedeckte Himmel, der sich dort mehr als im Binnenlande findet. Wolken hindern sowohl am Tage als in der Nacht bedeutende Veränderungen der Temperatur. Am Tage lassen sie die Wärme nicht zu groß werden, indem sie die Sonnenstrahlen abhalten; in der Nacht hindern sie die Wärmeausstrahlung aus dem Erdboden und den untern Luftschichten in den freien Himmelsraum hinein und lassen also keine große Abkühlung zu.

Auf dem Festlande kann der Unterschied in der Temperatur sehr groß werden. Das Land nimmt die Wärme sehr schnell auf und giebt sie auch schnell wieder ab; es wird daher im Sommer durch die Sonnenstrahlen stark erwärmt, im Winter ebenso stark erkältet. Selbst an einem und demselben Tage kann im Binnenlande der Temperatur-

Digitized by Google

unterschied bei Tag und Nacht ein sehr großer werden. So kommt es vor, daß selbst in der Sahara nach einem heißen Tage sich in der Nacht Eis bildet. Daher ist der Gegensatz zwischen Sommer und Winter unter gleichem Parallelkreise desto größer, je mehr man in das Innere eines Festlandes hineinkommt. Vergleichen wir z. B. die Temperatur der Faröer-Inseln nördlich von Schottland im 62. Grad nördlicher Breite mit Ostsibirien unter derselben Breite. Auf den Faröer-Inseln steigt die Wärme im wärmsten Sommer nicht über 10° R., in Ostsibirien kommt sie bis auf 18°; im Winter ist auf den Faröer-Inseln die niedrigste Temperatur noch 1° R. über den Gefrierpunkt, so daß es nicht einmal bis zum Gefrieren des Wassers kommt, während in Ostsibirien selbst das Quecksilber friert, also die Kälte unter 32° R. kommt. Auf den Faröer-Inseln beträgt demnach der Unterschied zwischen dem heißesten Sommertage und dem kältesten Wintertage 9°, in Ostsibirien unter demselben Parallelkreise beträgt dieser Unterschied 50°.

Wir brauchen auch nicht so weit zu gehen, um schon einen ziemlichen Unterschied zu finden. Vergleichen wir Dublin mit Berlin, welche unter gleichem Parallelkreise liegen; in Berlin haben wir manchmal eine Kälte von — 24° R. und noch mehr, während in Irland Myrthen und Camelien im Freien überwintern können. Dagegen ist im letztern Lande der Sommer von so geringer Temperatur, daß nicht einmal die gewöhnlichen Obstsorten, wie Pflaumen und Birnen, zur Reife kommen. Noch mehr fällt der Unterschied in die Augen, wenn wir Berlin mit den Faröer-Inseln vergleichen. Letztere liegen ungefähr 120 Meilen nördlicher als Berlin, und doch kommt es dort nicht bis zum Gefrieren des Wassers, während man in Berlin öfters Monate lang fußdickes Eis hat.

Digitized by Google

So ist es auch bekannt, daß im südöstlichen Rußland im Königreich Astrahan, etwa zwischen dem 45—50° nördlicher Breite, Südfrüchte und Trauben reifen, wie sie herrlicher fast nirgends gefunden werden, daß aber die Winterkälte dort nicht selten bis zum — 24° R. steigt, so daß im Winter die Bewohner des hohen Nordens, die Rennthiere, bis hierher ihre Weideplätze ausdehnen, während sich im Sommer in derselben Gegend das Kameel heimathlich fühlt. So begegnen sich dort die kalte und die heiße Zone. Dagegen findet sich unter demselben Breitengrade an der Westküste Frankreichs am biscayischen Meerbusen eine ziemlich gleichmäßige Temperatur, die aber nicht so hoch steigt, um Trauben ordentlich zur Reife zu bringen.

Was hier von Inseln gesagt ist, gilt in fast gleichem Maaße von den Küstenländern.

Ist nun der Unterschied im Klima der Inseln und des Festlandes in Beziehung auf die Temperatur so groß, so ist er es ebenso auch in Beziehung auf die Feuchtigkeit, zumal ja der Niederschlag des Wassergehaltes in hohem Grade von der Temperatur abhängt.

Die Winde bringen vom Meere her viel Wasserdunst mit; bei ihrer Reise über das Festland setzen sie mehr und mehr einen Theil ihres Wassergehaltes ab, je nachdem die gerade stattfindende Temperatur sie dazu veranlaßt. Die Küsten haben natürlich die erste Anwartschaft darauf; sie bekommen am häufigsten und am meisten den Niederschlag des Wassers. Da geht es denn der Luft wie manchen Reisenden; im Anfange geben sie das Geld mit vollen Händen fort, jede Gelegenheit wird benutzt; allmählig aber wird der Beutel leerer, sie müssen sich einschränken und werden desto sparsamer, je weiter sie kommen. Die Luft macht sich auch keinen Ueberschlag, um auf ihrer ganzen

Digitized by Google

Reise gleichmäßig ausgeben zu können; zu Anfange bei den Küstenländern giebt sie von ihrem Wasservorrath überfließend fort. Allmählig wird sie karger, und kommt sie dann nach langer Reise tief in's Binnenland hinein, so hat sie endlich gar nichts mehr übrig, sie muß Schulden machen. Sie bringt keinen Regen, sondern kommt als ein trockener, ausdörrender Wind dort an, der die etwa dort noch vorhandene Feuchtigkeit begierig einsaugt. Daher leiden die Länder, welche im Innern ausgedehnter Continente liegen, immer an Dürre.

In Beziehung auf die Zahl der Regentage erkennen wir hieraus also wieder ein anderes Gesetz. Vorher sahen wir, daß zwar die Regenmenge desto mehr abnimmt, die Zahl der Regentage aber desto größer wird, je mehr man nach den Polen hinkommt. Jetzt haben wir das Gesetz gefunden: die Zahl der Regentage wird desto geringer, je mehr man von der Küste in das Innere eines Festlandes kommt. Hierdurch wird das erste Gesetz in Beziehung auf viele Gegenden bedeutend modificirt. Als Beispiel möge folgende Angabe dienen. Gehen wir von der Westküste Europa's immer nach Osten, so kommen wir in immer größere Dürre hinein. Britannien hat jährlich 156 Regentage, Mitteldeutschland 130, Ungarn 110, Ostrußland 90, Ostsibirien 60.

Eine andere Modificirung jenes Gesetzes wird aber auch durch hohe Gebirgszüge und durch Hochebenen herbeigeführt. Es kommt in dieser Beziehung außerordentlich viel darauf an, in welcher Richtung sich die Gebirgskette hinzieht, und welche Lage im Lande sie in Beziehung auf das Meer hat.

Wir nehmen den Fall an, daß ein wasserreicher Wind vom Meere her in ein Land eindringt. Die Luft ist noch

Digitized by Google

nicht übersättigt, und die Temperatur des Landes ist noch hoch genug, um den Sättigungspunkt noch nicht herbeizuführen; der Wind weht über das Land, ohne besonders viel von seinem Wassergehalt abzugeben. Nun kommt er aber an eine hohe Gebirgskette, die sich quer vor ihm hinzieht; er kann nicht weiter, von hinten drängt aber mehr Luft nach; so ist die Luftbewegung genöthigt, in die Höhe zu steigen, um das Gebirge zu überschreiten. Dabei kommt aber die Luft in kältere Schichten, sie wird abgekühlt und kann nun nicht mehr so viel Wasserdunst tragen. Letzterer verwandelt sich in Wasser, ehe die Luft das Gebirge überschreitet, und der größte Theil des Wassergehalts setzt sich an dem diesseitigen Abhange des Gebirges ab und speist dort viele Quellen und Bäche, welche das befruchtende Element unten hin in die Ebene tragen. Die andere Seite des Gebirges geht aber dann leer aus; der Wind hat Alles ausgegeben, und wenn er in das jenseitige Land kommt, bringt er nichts als Trockenheit mit. So wird das Gebirge der einen Seite zum Segen, der andern zum Unheil. Wir werden nachher mannigfache Beläge dazu finden.

Aehnlich wirken auch Hochebenen, die sich nicht fern von den Küsten erheben. Indem die Luft an ihnen hinaufsteigen muß, setzt sie dabei an dem Abhange schon einen großen Theil Wassers ab; kommt sie dann oben an, um über die Hochebene hinzuziehen, so bringt ein anderer Umstand oft eine schlimme Entscheidung. Sie hat noch einen Theil Wassergehalt mitgebracht; damit könnte sie wenigstens noch etwas Land tränken. Aber so unmittelbar über dem Lande ist es immer wärmer, als in den freien Luftschichten, die in gleicher Höhe über dem Meeresspiegel sich befinden. Durch diesen Einfluß wird die Luft oben

Digitized by Google

auf der Hochebene erwärmt und kann nun mehr Wasserdunst tragen; die Wolken, die etwa noch mit hinaufgekommen sind, verwandeln sich in Dunst und der Wind zieht dahin, ohne dem Lande eine Erquickung zu bringen.

So geschieht es auch mit Wolken, die von einem kälteren Meere her in ein wärmeres Land kommen; man sieht die Wolken daher eilen, man hofft Erquickung von ihnen, aber plötzlich sind sie verschwunden; die Wärme hat sie in Dunst verwandelt. Der folgende Vortrag wird uns zeigen, wie oft diese schmerzliche Täuschung der afrikanischen Sahara bereitet wird.

Dies wären nun die wichtigsten Folgerungen, die wir in Beziehung auf die Terrainverhältnisse der Länder uns aus den physikalischen Erörterungen des vorigen Vortrags zur Anschauung bringen mußten, um gleich zu übersehen, wie diese Folgerungen in den verschiedenen Ländern ihre Anwendung finden. Wir können nun gut ausgerüstet unsere Reise um die Welt beginnen. Wir begnügen uns aber heute mit diesem kurzen Vortrage und treten unsere Reise neu gestärkt im folgenden an.

Digitized by Google

Zehnter Vortrag.

Ueberſicht der Dienſte, welche die Atmoſphäre als Waſſerträger den einzelnen Ländern leiſtet.

(Hierzu die Karte.)

Der heutige Vortrag ſoll uns nach den verſchiedenen Ländern unſeres Erdballes führen, um an ihren Terrainverhältniſſen zu erkennen, in welcher Weiſe die waſſertragende Atmoſphäre in denſelben ihre Dienſte verrichtet.

Wir verſetzen uns gleich nach **Amerika** und betrachten unſere europäiſchen Verhältniſſe bei der Rückkehr.

Amerika erſtreckt ſich von Norden nach Süden hin durch alle Zonen; ſein Klima iſt daher ein gar mannigfaltiges. Von bedeutendem Einfluſſe iſt aber die hohe Gebirgskette, die ſich auf ſeiner Weſtſeite der ganzen Länge nach durch dieſen Erdtheil hinzieht. Schon an der Südſpitze, vom Cap Horn an, erhebt ſich das Andengebirge und zieht ſich in einer Länge von 2000 Meilen bis zur Behringsſtraße an der Nordweſtſpitze. Es erreicht in Chili und bis zum Aequator hin ſeine größte Höhe bis zu 21,000 Fuß, ſenkt ſich jenſeits des Aequators, namentlich auf der Landenge Panama, wo es nur noch eine Höhe von 600 Fuß hat, bedeutend und erhebt ſich dann in Nordamerika, wo es den Namen Felſengebirge annimmt, wieder bis auf 17,000 Fuß. Auf der Oſtſeite liegen ſowohl in Süd- als in Nordamerika auch Gebirge, die aber bedeutend niedriger

Digitized by Google

sind, meistens nur 2—3000 Fuß hoch, und in ihren Spitzen kaum die Höhe von 5—7000 Fuß übersteigen. Ebenso ziehen sich an der Nordküste von Südamerika, in Venezuela und Guyana, Gebirge von nur mittler Höhe hin, die sich nur in einem vereinzelten Theile, in dem Gebirge von Santa Merta zwischen der Mündung des Magdalenenstroms und dem Maracayhosee, zu der bedeutenden Höhe von 17,000 Fuß erheben. Auf der Ostseite der langen Andenkette liegen, meistens von den gedachten kleinern Gebirgen begrenzt, sowohl in Süd- als in Nordamerika große ausgedehnte Ebenen, meistens Tiefland, die den bei weitem größten Theil Amerika's einnehmen.

Die Richtung und Lage der Andenkette bewirkt es, daß Amerika meistens sehr reichlich, reichlicher als jeder andere Continent, mit atmosphärischen Niederschlägen versorgt ist, obwohl derselbe Umstand einige kleinere Gebiete zu vollständigen Wüsten macht. Wir werden diese Einwirkung der Gebirgszüge bei einem Ueberblick über die einzelnen Länder Amerika's gleich kennen lernen.

Amerika nimmt bei seiner weiten Ausdehnung von Süden nach Norden an drei Regenzonen Theil, zu denen durch eine ungünstige Einwirkung des Gebirges noch ein viertes, regenloses Gebiet kommt. In der Zone des periodischen Regens, zwischen den Wendekreisen, liegt der größte Theil von Südamerika und Centralamerika, in der südlichen Zone des veränderlichen Niederschlags liegt der übrige, nach Süden zugespitzte Theil Südamerika's; in der nördlichen Zone des veränderlichen Niederschlags fast ganz Nordamerika.

Der größte Theil von Südamerika hat schon durch seine Lage unter dem Tropenhimmel eine reiche Zufuhr von atmosphärischem Wasser; aber dieser Umstand allein ist noch

Digitized by Google

nicht entscheidend; wir werden sehen, daß ein Theil Afrika's unter demselben Himmel sehr wasserarm ist. Es kommt vielmehr bei Südamerika zu der tropischen Lage noch die günstige Richtung der Passatwinde und der Gebirgszüge zu Hülfe.

Betrachten wir zunächst den nach allen Richtungen hin weit ausgedehnten nördlichen Theil von Südamerika, der zwischen den Wendekreisen liegt. Auf der Westseite ist er von den hohen Anden, auf der Nord- und Ostseite von den viel niedrigeren Gebirgen von Venezuela, Guyana und Brasilien begrenzt. Er enthält auf der Nordostseite das etwa 2000 Fuß hohe Hochland von Guyana und auf der Ostseite das eben so hohe brasilianische Hochland, der übrige Theil bis zu den Anden besteht aus Tiefland. Dieser ganze Theil ist von dem Nordost- und Südostpassat bestrichen, der von dem atlantischen Meere her weht und sich dort reichlich mit Wassergas beladen hat. Er findet wenig Mühe, die auf der Ostseite befindlichen niedrigen Gebirge und Hochebnen zu übersteigen. Doch werden die unteren schwereren Luftschichten, indem sie die Reise über diese Hochländer machen, genugsam abgekühlt, um diesen Ländern einen Theil ihrer Wasserladung als Durchgangszoll abgeben zu können. Von diesem Niederschlagswasser tränken sich reichlich das ganze Jahr hindurch die Quellen des Orinoco und mehrerer Nebenflüsse des Amazonenstroms, namentlich auch des Tocantine, und ebenso andererseits die Quellen des Paranna und Paraguay, welche dann mit dem Uruguay den Rio de la Plata bilden.

Nachdem die mit dem Passate angekommene Luft ihren Durchgangszoll reichlich abgetragen hat, kann sie mit ihrer immer noch sehr reichlichen Wasserladung ungehindert immer nach Westen hin über die ausgedehnten Tiefebnen

Digitized by Google

passiren. Endlich aber kommt sie an einen Schlagbaum, wo sie anhalten muß; die Andenkette mit ihren gewaltigen drohenden Riesen legt sich quer vor ihren Weg und ruft ihr ein Halt zu. Hinter ihr drängt nun ankommende Luft nach; so in die Enge getrieben muß sie sich bequemen, das gewaltige oben mit Schnee und Eis bedeckte Gebirge zu erklimmen. Wenn ein Mensch mit ihr hinanklimmte, würde er von der Anstrengung wohl manchen Schweißtropfen verlieren; der Luft ergeht es auch so, der Schweiß trieft reichlich in Regen nieder. Nur ist es bei ihr umgekehrt die große Abkühlung in den hohen kalten Regionen, die sie dazu veranlaßt, die Luft transpirirt nur vor Kälte. Aller Wasserdunst verdichtet sich nun oben beim Erklimmen des Gebirges fast bis auf den letzten Tropfen zu Wasser und tränkt fort und fort die vielen Nebenflüsse des Orinoco, des Amazonenstroms (Marañon) und auch des Rio de la Plata, die auf den Anden ihre Quellen haben. Alle diese Flüsse führen dann reichliche Wassermengen durch die ausgedehnten Tiefebnen.

So bewässert das Flußnetz des Orinoco die mehr als 16000 Quadratmeilen großen Ebnen, Llanos genannt, die jährlich überschwemmt werden und dann unabsehbare Wiesen bilden, die auch den Namen Gras- oder Kräutermeer führen. Der Marañon mit seinen zahlreichen und großen Nebenflüssen führt das Wasser durch eine 146,000 Qu.-M. große Ebne, die mit undurchdringlichen Urwäldern bedeckt ist und darum den Namen Selvas führt; hier ist noch ein ungeheures, fast wie der ganze Continent von Europa großes, überaus fruchtbares Gebiet für späte Geschlechter, welche die Riesenarbeit übernehmen, den Urwald in Ackerland umzuschaffen; bis jetzt sind es fast nur noch die Flüsse, welche als Straßen durch diese

Digitized by Google

ausgedehnte Waldebne führen, die sich von dem Fuße der Andenkette bis zum atlantischen Ocean erstreckt. — Hieran schließen sich dann, zum Theil durch das brasilianische Gebirgsland davon getrennt, die Pampas des Rio de la Plata an, die sich noch weit in die südliche gemäßigte Zone hineinziehen; es sind unabsehbare Grasfluren, baumleer und ohne irgend welche Erhöhungen, der Tummelplatz zahlloser Heerden wilder Pferde und Rinder. So weit sie noch in der tropischen Zone liegen, auch in einigen andern Gebieten, haben sie eine üppige Vegetation; die andern Theile aber sind, wie wir nachher näher sehen werden, dürr und öde.

So ist denn in allen diesen Ebnen des Orinoco, des Marañon und zum Theil des Rio de la Plata eine ungeheure Menge Wasser, welches in der großen Hitze des tropischen Himmels reichlich verdunstet und die Luft das ganze Jahr hindurch mit Wassergas gefüllt erhält. Wenn sich dann die Sonne dem Zenith nähert, und dadurch die Wasserdünste in ungeheurer Menge in die oberen Luftschichten geführt werden, beginnt die Zeit des tropischen Regens, die etwa drei Monate lang dauert und in welcher der Regen meist in Strömen niederfällt. In der Nähe des Aequators unterscheiden sich aus oben schon genannten Ursachen zwei nasse und zwei trockne Jahreszeiten, während sie sich nach den Wendekreisen hin in eine nasse und eine trockne zusammenziehen; die Regenzeit dauert dort länger als drei Monate.

Aber nicht blos diese Tiefebnen, sondern auch die Bergabhänge und Hochländer auf der Ostseite der Anden, wie die von Granada, Ecuador, Peru und Bolivia haben reichlich Regen und sind sehr fruchtbar.

Steigen wir aber über die Anden nach der Westseite

Digitized by Google

hinüber, so kommen wir mit einem Mal in ein ganz andres Klima. Der Passatwind geht mit uns hinüber, aber was er an Wassergehalt hatte, hat er Alles auf der Ostseite mit vollen Händen fortgegeben. Nun ist er ein armer Mann. Die auf der Westseite der Anden gelegnen Theile von Peru und Bolivia bitten vergeblich um Regen. Sie liegen am stillen Ocean, sie haben das Wasser vor Augen und müssen doch Tantalusqualen erdulden; sie stehen ja unter der Herrschaft des untern Passatwindes, der von Osten nach Westen weht So bringt ihnen kein Wind den Wasserdunst des stillen Oceans, der ihre Küsten bespült; die Wolken, die sich dort bilden, treibt der beim Uebergang über die Anden trocken gewordene Ostpassat fort über das weite Meer hin. Nur wo der Zusammenstoß der beiden Passate einmal einen Wirbelwind erzeugt, wird ihnen ausnahmsweise eine Erfrischung zu Theil.

Ganz regenlos und wüst ist aber der lange peruanische Küstenstrich vom 5. bis zum 25. Grad südlicher Breite, worin die Wüste von Atacama ein kleines Abbild der Sahara ist. Jahre vergehen, ohne daß auch nur ein Tropfen Regen fällt.

Daß die Westküsten von Ecuador und Neugranada, zu beiden Seiten des Aequators gelegen, besser mit Regen versorgt sind, haben sie nur dem Umstande zu verdanken, theils daß sie in der Region der Kalmen liegen und daher häufig Gewitterregen bekommen, theils aber auch daß die Andenkette auf der Nordseite des Aequators viel niedriger wird und so dem Nordostpassate einen Zugang gewährt, ehe er sich noch ganz verausgabt hat.

Reisen wir nun über den südlichen Wendekreis hinaus und begeben uns nach den Staaten des Rio de la Plata und nach Chili und Patagonien, so finden wir die

Digitized by Google

Terrainverhältnisse noch ebenso wie zwischen den Wendekreisen, das hohe Andengebirge ebenfalls an der Westküste, und an der Ostseite desselben ausgedehnte Tiefebnen, die Pampas von la Plata und die patagonische Steppe. Und dennoch das Verhältniß der atmosphärischen Niederschläge ein total andres! Die Ursache davon ist die veränderte Windrichtung. Der herrschende Wind ist hier der zurückkehrende, obere Passat, der hier als Nordwestwind von dem stillen Ocean her weht und aus heißen Gegenden kommend reichlich Wasserdunst mit sich führt. Sobald er nun die Westküste von Chili und Patagonien berührt, muß er das dort ganz an die Küste gerückte hohe Gebirge erklimmen und seinen Wasservorrath abgeben; es stürzen dort starke Regengüsse herab, besonders im Winter. Kommt der Wind nun nach diesem Uebergang in die Tiefebnen, so hat er diesen nichts mehr zu geben; er wühlt nur ihren Staub auf und führt diesen als ein sehr unwillkommnes Geschenk den Bewohnern von Buenos-Aires zu, die dafür den Pampéro, so nennen sie den von Westen kommenden heftigen Wind, tüchtig schmähen; wäre es Goldstaub, den er mit sich führte, so würden sie ihn wohl gnädiger aufnehmen.

Dieser Wind weht auch oft im Winter und bringt dann eine scharfe Kälte mit, die um so durchdringender ist, da er mit außerordentlicher Heftigkeit weht. Seine Stärke ist so groß, daß er nicht selten die dort so gewandten Reiter vom Pferde wirft. Zugleich ist er oft von den furchtbarsten Gewittern begleitet; es wird vollständig finster, der Südwesthimmel ist ein Feuermeer, der Donner rollt ohne Aufhören und wird nur noch von dem gewaltigen Brausen des Pampéro überschrieen. Endlich zieht das Wetter vorüber, der Wind schweigt, und die liebliche Stille

Digitized by Google

in der Natur läßt kaum ahnen, daß je ein Wölkchen dieſe Ruhe geſtört habe.

Von der andern Seite her, vom atlantiſchen Meere, kommt dieſen Gebieten nur dann und wann ein ſpärlicher Sommerregen; der untere Paſſat weht ja hier noch nicht von Oſten her, ſondern mehr vom ſüdlichen Eismeere, kommt alſo aus kalter Gegend und hat dort nicht viel Waſſerdunſt mit ſich nehmen können. So entbehren denn dieſe Gebiete in hohem Grade des Regens und ſind in großen Strecken ſehr unfruchtbar. Namentlich haben ſie in neueſter Zeit, im Sommer 1864, von der lange andauernden Dürre furchtbar leiden müſſen. In Uruguay, in Entre Rios, in der argentiniſchen Republik und andern benachbarten Provinzen ſind Millionen von Thieren jeder Gattung, namentlich auch Pferde, Rinder und Schafe, theils vor Hunger, theils vor Durſt umgekommen. Die Weiden waren bis zur Wurzel verdorrt. Es wird viele Jahre erfordern, ehe der Viehſtand wieder auf die frühere Höhe gebracht werden kann.

Auf der Südſpitze Amerika's, auf dem Feuerlande und dem Kap Horn iſt des Regens wieder zu viel, und da er noch dazu ein ſehr kalter Gaſt iſt, ſo kann er zur Fruchtbarkeit nichts beitragen. Doch einen Gaſt kann man ihn eigentlich dort nicht nennen, er iſt ja täglich dort und hat alſo daſelbſt ſo recht ſeine Heimath. Es regnet an dieſer Südſpitze Amerika's faſt immer; dazu wehen kalte Stürme, die hier von allen Seiten her zuſammenſtoßen und das Land rauh und unwirthlich machen.

In Mittel- und Nordamerika ſind, wie ſchon bemerkt, die Terrainverhältniſſe eben ſo wie in Südamerika. Mittelamerika mit den weſtindiſchen Inſeln liegt in der heißen Zone und entſpricht der Lage Braſiliens und

Digitized by Google

der im Westen daran angrenzenden Freistaaten. Die Inseln und der Theil des Festlandes, der östlich von den Anden liegt, hat reichlich Regen. Die Westküste dagegen, wohin der Ostpassat erst kommt, nachdem er den Regen auf dem Gebirge abgegeben hat, also namentlich die Westküste der Freistaaten Centralamerika's und Mexico's, sind so dürre wie die entsprechenden Theile Peru's und Bolivia's. Das Nordamerika der gemäßigten Zone würde eigentlich in demselben Verhältniß stehen, wie die Freistaaten des la Plata, Patagonien und Chili. Der herrschende Wind ist ja hier ebenfalls der rückkehrende obere Passat, der hier also als Südwestwind erscheint; er kommt mit reicher Wasserladung vom stillen Ocean, findet aber in dem Felsengebirge ebenso wie in Südamerika in den Cordilleren von Chili den Schlagbaum, bei dem er seinen Wassergehalt abgeben muß, ehe er ihn in die ausgedehnten Ebnen des Missisippi tragen kann. Das ganze, weit ausgedehnte Tiefland Nordamerika's, das den größten Theil dieses Continents einnimmt, würde dann so öde sein, wie die Pampas des la Plata und Patagonien; denn der untere, vom nördlichen Eismeere kommende Passat kann wenig Regen mitbringen. Zum Glück aber dringt der atlantische Ocean tief genug zwischen Süd- und Nordamerika ein und bildet im karaibischen und mexikanischen Meerbusen eine Wasserfläche, die groß genug ist, um bei der in diesem heißen Klima reichlichen Wasserverdunstung den darüber wehenden Südwestwind gut mit Wasservorrath zu versorgen. Dieser Südwestwind dringt dann von dort ungehindert in das ganze Tiefland Nordamerika's ein, um dort allmählig sein Wasser abzusetzen und die Ebne des Missisippi zu befruchten; letztere thut ihre Fruchtbarkeit besonders östlich vom Missouri und Missisippi und am

Digitized by Google

Ohio in gut angebautem Boden, in Waldungen und ausgedehnten Grasfluren (den Prairien) kund.

Was dieser Wind dann noch etwa an Wasser übrig behält, muß er an der Ostküste bei dem Alleghany- oder Appalachengebirge abgeben, damit er von seiner kostbaren Waare nichts außer Landes führt.

Auf der westlichen Seite des Missouri, wohin der wassergetränkte Südwestwind weniger dringen kann, sind die Ebnen theils sandig und kahl, theils mit Rohrwiesen (Savannen) bedeckt.

Denken wir uns an Stelle des mexikanischen und karaibischen Meeres und der westindischen Inseln ein zusammenhängendes Festland, so daß der Südwestwind nicht über Wasser, sondern vom Lande her in die Ebnen Nordamerika's eindränge, so wäre dieses ganze große Gebiet, das jetzt so viele fruchtbare und aufblühende Staaten enthält, ein so trauriges, dürres Land wie die patagonische Steppe.

So reichlich freilich bringt dieser von jenen beiden Meerbusen kommende Südwestwind das Wasser nicht mit, als wenn er, wie bei dem westlichen Europa, über ein weites Meer herkäme. Daher ist auch in Nordamerika, obgleich es eine fast gleiche Regenmenge und gleiche Anzahl Regentage hat als die entsprechenden Theile Europa's, doch die Luft bedeutend trockner als in dem letztern Festlande. Die europäischen Einwandrer, namentlich auch unsre deutschen Brüder, die uns verlassen, um in Amerika eine bessre Existenz zu finden, müssen dies an gar mancherlei Dingen wahrnehmen.

Die Hausfrauen erkennen bald, daß jedes Ding seine zwei Seiten hat, und daß sowohl die trockne als die feuchte Luft Vortheile wie Nachtheile für die Hauswirthschaft

Digitized by Google

bringt. Wenn ſie ſich in Deutſchland oft ärgerten, daß in der feuchten Luft die Wäſche ſo ſchwer trocken wurde, ſo ſehen ſie in dem neuen Vaterlande zu ihrer Freude, daß dies ſo erſehnte Werk dort viel ſchneller von Statten geht; iſt nicht gerade Regenwetter, ſo können ſie nach kurzer Zeit die Wäſche wohlgetrocknet von der Leine nehmen; die durſtige Luft iſt ſchnell hinterher, ſich den dargebotnen Trunk aus der Wäſche zu holen. Aber haben die Frauen in Deutſchland auf dem Lande gelebt und ſind von dorther gewohnt, das Brot in der eignen Wirthſchaft zu backen und zwar wie gewöhnlich auf acht oder vierzehn Tage in Vorrath, ſo werden ſie dort mit Schrecken ſehen, daß ſich in wenigen Tagen ſchon das Brot in Stein verwandelt hat. „Wer aber iſt es, ſo ihn ſein Sohn bittet um Brot, der ihm einen Stein biete! — Die Bauleute haben es freilich in einer Hinſicht wieder gut; iſt das Haus aufgeführt, ſo brauchen ſie nicht erſt auf das Austrocknen zu warten; ſie können ohne Beſorgniß für die Geſundheit ſogleich die Miether einziehen laſſen und ſo gleich die Zinſen für das angewendete Kapital beziehen. Was ſie aber darin an Holz zu Fenſtern, Thüren u. dgl. verwenden, müſſen ſie freilich in ſehr ausgetrocknetem Zuſtande nehmen, ſonſt trocknet es bald ſo zuſammen, daß es reißt und große Fugen bekommt; auch müſſen ſie ſich dazu eines ſtärkern Leimes bedienen, als ſie in Deutſchland gewohnt waren. Selbſt auf den Umfang des menſchlichen Körpers übt dieſe trocknere Luft ihren Einfluß aus; wer hier bei uns zu umfangreich iſt und wem die Wohlbeleibtheit zu unbequem wird, der kann, wenn ihm Marienbad und Karlsbad nicht hilft, nach Amerika gehn; da kommt das unnütze Fleiſch bald herunter, die Magerkeit gehört zu der Eigenthümlichkeit der Nordamerikaner.

Digitized by Google

Doch wir müſſen unſre Reiſe weiter fortſetzen; nur noch einen Blick auf die Nordweſtküſte und dann hinüber in die alte Welt! Die Nordweſtküſte, das ruſſiſche Amerika, wird von dem Südweſtwinde beherrſcht, der über den ſtillen Ocean kommt; ſo bringt er reichlich Regen und auch Wärme mit und giebt dieſem Gebiete trotz der hohen Breite doch ein mildes und fruchtbares Klima, das namentlich nichts von den großen Gegenſätzen der Temperatur zeigt, wie ſie ſich unter gleichen Breitengraden auf der Oſtküſte von Nordamerika finden.

Wir verlaſſen nun Amerika und richten nur nachher von Afrika herüber noch einige vergleichende Blicke auf dies von der waſſertragenden Luft und durch die günſtige Lage ſeiner Gebirge meiſtens reich geſegnete Land.

In der alten Welt beſuchen wir zuerſt **Afrika**, beſonders weil es zum größten Theil in gleichen Zonen mit Süd- und Mittelamerika liegt und mit dieſem intereſſante Vergleichungen bietet. Ueberblicken wir zuerſt zur Orientirung ein wenig das Terrain! Ein Blick auf die Karte zeigt uns, daß ganz Afrika ein zuſammenhängendes Feſtland iſt, in welches nirgends das Meer tief hineindringt. Das ſagt uns ſchon, daß das Klima ein continentales und daher vorherrſchend trocknes ſein wird.

Zieht man ſich eine Linie von dem Winkel des Meerbuſens von Guinea nach der äußerſten Oſtſpitze, dem Kap von Gardafui, ſo iſt Aſien dadurch in ein Dreieck (den ſüdlichen Theil) und in ein verſchobnes Viereck (den nördlichen Theil) getheilt. Gehen wir aber von dieſer Linie noch weiter nördlich bis zum 15. Grad n. Br. und denken uns hier eine Parallelkreislinie durch ganz Afrika von Weſt nach Oſt gezogen, ſo haben wir ſüdlich von dieſer Linie bis hinunter zum Kap der guten Hoffnung, d. h. in einer

Digitized by Google

Längenausdehnung von 750 Meilen, lauter Hochland; nur an den Küsten entlang sind schmale Striche Tiefland. Blicken wir nördlich vom 15. Parallelkreis, so breitet sich vor uns bis zum 30. Grad n. Br. ein weites Tiefland aus, das auch die ganze Sahara umfaßt, aber nach Osten hin nicht durch den ganzen Erdtheil reicht, so daß namentlich Nubien und Aegypten nur theilweise Tiefland ist. — Im Norden des 30. Grades n. Br. erheben sich dann wieder fast bis zum mittelländischen Meere hin die Hochländer der Berberei und Barka.

Auch von dem großen südlichen Hochlande ragen in das Tiefland nördlich das Hochland von Habesch, nordöstlich das von Sudan hinein.

Das große südliche Hochland ist nicht ein Gebirgsland, sondern besteht aus einer compacten Masse, die ihre höchste Erhebung an der Ostküste entlang hat und von dort nach der Westküste hin sich allmählig senkt. Einzelne Gebirgszüge darin sind die Drachenberge, das Lupatagebirge und das Mondgebirge. Dieser Gebirgsrand erhebt sich im nördlichen Theile in die Schneeregion und erreicht in einzelnen Stellen eine Höhe von 18,000 Fuß. Nach dem Kap Gerdafui zu wird es jedoch niedriger. Die Hochebne selbst hat eine Höhe von 4—6000 Fuß; in der Mitte aber senkt sie sich bis auf 3000 Fuß.

Dies ganze Hochland liegt nur mit Ausnahme des Kaplandes in der tropischen Zone, also in der Zone des periodischen Regens und zugleich der Ostpassate, die aber, wie schon früher gesagt ist, auf der Seite des indischen Meeres in die alternirenden Monsune übergehen. Die Gegenden beim Aequator haben eine trockene und zwei kurze Regenperioden. Für die Gegenden bis zum südlichen Wendekreise tritt die Regenzeit in unsren Wintermonaten

Digitized by Google

ein und dauert für die einzelnen Orte etwa zwei Monat; auf der nördlichen Seite des Aequators fällt die Regenzeit in unsern Sommer.

Im ganzen Innern des Hochlandes aber ist dieser Regen doch nur spärlich; die Wasserdünste müssen ja vom indischen Ocean her zugeführt werden. Wenn nun der Ostwind vom Ocean mit seiner Wasserladung ankommt, so muß er den hohen Ostrand ersteigen und setzt dort das meiste Wasser ab; die schmale niedre Ostküste ist daher sehr wasserreich und fruchtbar; aber die innere Hochfläche bekommt nur wenig Feuchtigkeit und leidet daher an großer Dürre. Die Westküste liegt am atlantischen Meere und seufzt aus demselben Grunde wie die Westküste von Peru und Bolivia in Südamerika nach Regen; denn der Ostpassat führt die Wolken fort über das Meer hin.

Werfen wir nun einen vergleichenden Blick auf Amerika zurück! Brasilien mit dem wasserreichen Amazonengebiet liegt ganz in derselben Breite wie dieser Theil von Südafrika; dort solcher Reichthum atmosphärischen Niederschlages, hier in Afrika solche Dürre! Aber wie verschieden sind auch die Gebirgszüge! Brasilien ist dem Ostpassate geöffnet, Afrika ist ihm durch den hohen Ostrand verschlossen. Versetzen wir in Gedanken in Afrika den Gebirgszug nach der Westküste hin, dagegen in Amerika die Anden nach der Ostküste, so hat der ganze Zustand beider Continente die Stellen gewechselt; Brasilien ist zur Wüste geworden, Südafrika dagegen, von den verdunstenden Wasserfluthen des indischen Oceans reichlich getränkt, blüht auf in der üppigsten Vegetation. So unermeßlichen Einfluß hat die Richtung der Gebirge in der Verbindung mit der herrschenden Windrichtung für das Gedeihen oder das Verderben ganzer Continente.

Digitized by Google

Der nördliche Theil des Kaplandes liegt auf der Scheide der tropischen und gemäßigten Zone, die an sich schon der Regenbildung ungünstig ist. Es findet sich deshalb dort eine ziemlich ausgedehnte Wüste, Bakalihari-Wüste. Der südliche Theil des Kaplandes, das im Ganzen in drei Terrassen zum Meere hinabsteigt und in der mittleren Terrasse die Karrao-Ebene enthält, bekommt durch den Einfluß der Monsune und der Seewinde Herbst- und Winterregen; in der Regenzeit ist der größte Theil mit üppiger Vegetation bedeckt, die freilich in der trockenen Jahreszeit abstirbt und dem Lande das Ansehen einer Wüste giebt.

Wenden wir uns nun nach dem nördlichen Theile Afrika's jenseits des Aequators, so finden wir dort zunächst bis etwa zum 15. Grad n. Br. auch noch Hochland, das sich in Sudan und Habesch auch noch weiter nördlich erstreckt. Zwischen diesen letztern Ländern und dem Aequator ist jedoch eine Einsenkung von etwa 100 Meilen Breite, die zwar auch noch Hochland ist, aber doch niedriger als das übrige. Diese Einsenkung dehnt sich quer durch den ganzen Erdtheil aus, und da auch der Ostrand dieser Einsenkung vom Kap Gardafui bis zum Aequator sich nur 1000 Fuß hoch erhebt, so ist dieser ganze Landstrich vom indischen bis zum atlantischen Ocean dem Ostpassate, respective dem Nordost-Monsun geöffnet, so daß es der Atmosphäre gestattet ist, die Wasserdünste des indischen Meeres auch in das Innere zu tragen, ohne sie an der Küste schon ganz abgeben zu müssen. Dieser Landstrich gehört daher zu den fruchtbaren; an dieser guten Bewässerung nimmt auch Habesch und Sudan Theil.

Nördlich vom 15. Grad n. Br. breitet sich die große Tiefebene aus, die den nördlichen Theil von Nubien, die

Digitized by Google

Sahara und den größten Theil Senegambiens umfaßt. Das letztere Land empfängt an ſeinen Küſten durch Seewinde vom atlantiſchen Meere her, beſonders aber, da es zum Theil in den Calmen liegt, durch Gewitterregen eine reichliche Bewäſſerung, die ihm wohl auch noch zum Theil von Oſten her, wo ja der ganze eingeſenkte Landſtrich dem indiſchen Meere offen liegt, zugeführt wird. Aber der Sahara, die eine Ausdehnung von 600 Meilen Länge und 200 Meilen Breite hat und faſt den fünften Theil des ganzen Continents einnimmt, und ebenſo dem Hochlande Aegypten und Nordnubien iſt der Regen eine ganz unbekannte Sache. Dieſe Länder liegen zum Theil in der tropiſchen Zone, zum größten Theil aber außer derſelben, jedoch noch nahe an ihrer Grenze. Der rückkehrende, obere Paſſat hat ſich hier noch nicht genug entwickelt, um vom atlantiſchen Meere her dieſen Ländern Regen zu bringen. Von Oſten her kann ihnen vollends kein Waſſer zugeführt werden, denn der Oſtwind hat ſchon über ganz Aſien her wehen müſſen, ehe er vom ſtillen Ocean zu ihnen kommen kann; auf dieſer langen Reiſe iſt er ſo trocken und durſtig geworden, daß er gern alle Feuchtigkeit, die er antreffen möchte, einſaugt, aber gewiß keine abgiebt. Möchte aber ein Nordwind ſich dieſen Ländern freundlich erweiſen und ihnen vom mittelländiſchen Meere her Waſſer zutragen, ſo wird dieſem ſeine liebevolle Abſicht durch zwei Umſtände vereitelt. Einmal muß er zum großen Theil ſeine Reiſe über die Hochlande des Atlas nehmen, die von ihm einen anſehnlichen Tribut für die Durchreiſe fordern. Was ihm aber noch bis zur Sahara durchzuſchmuggeln gelingt, das wird dort leider nicht — zu Waſſer, das wäre ihnen ſehr angenehm, ſondern es löſt ſich in unſichtbaren Dunſt auf. Die Reiſe geht ja von

Digitized by Google

der kältern Zone nach der wärmern, und wir wissen, daß dieser Umstand der Regenbildung durchaus nicht förderlich ist, da die Luft mit der Zunahme ihrer Temperatur auch desto mehr Wasser als unsichtbaren Dunst in sich aufnehmen kann. Der Boden der Sahara ist aber von Natur schon sehr heiß und trägt so selber zur Vernichtung der Wolken, zur völligen Verdunstung ihres Wassergehaltes bei. Diese Verdunstung geht dort in so ungeheurem Maaße vor sich, daß die Luft in zwei Tagen schafft, woran sie in Liverpool das ganze Jahr zu arbeiten hat; stellt man ihr ein 17 Zoll hohes Gefäß voll Wasser hin — die Weite ist nach Belieben —, so hat sie es in zwei Tagen bis auf den letzten Tropfen ausgetrunken. Bei dieser durstigen Natur der Luft bleibt freilich für das Land kein Labetrunk übrig. Und wenn auch während der Abkühlung der Nacht, die freilich in der Sahara so groß ist, daß selbst Eisbildung dort nicht zu den seltenen Dingen gehört, wenn also auch in der kalten Nacht sich leichte Wolken bilden möchten, so bekommen diese als dort ganz ungehörige und regierungsfeindliche Kundgebungen von der aufstehenden, zornglühenden Regentin des Tages schnell hinter einander ein Paar „Verwarnungen" und müssen aufhören zu erscheinen.

So ist denn mit Ausnahme einiger von Quellen bewässerten und dadurch fruchtbar gemachten Oasen die Sahara eine weit ausgedehnte, schreckliche Wüste, in der alle Vegetation erstirbt, und die doch — Zeugniß davon geben die Oasen — so reich und üppig sein könnte, wenn die Atmosphäre Gelegenheit hätte, ihr einen Sohn des Oceans als Bräutigam zuzuführen, der sich mit ihr verbände, und so zwischen Trocknem und Nassem, zwischen Land und Wasser eine gedeihliche Ehe entstände. So pre-

Digitized by Google

digt uns diese Wüste, daß ein Einzelner oder eine einzelne Gabe oder Kraft, wie groß und stark sie an sich auch sei, für sich allein doch nichts Gedeihliches ausrichten, daß erst durch das gemeinsame Wirken verschiedener Kräfte etwas Großes zu Stande kommen kann. Wärme und Feuchtigkeit bedingen die Fruchtbarkeit eines Landes; wo eins fehlt oder nicht in ausreichendem Maaße vorhanden ist, muß das Land verkümmern, wie reichlich auch das andere, wie hier in der Sahara die Wärme, vorhanden sei.

Auch Aegypten und Nubien würden ganz demselben schrecklichen Zustande wie die Sahara verfallen sein, wenn nicht hier der Wirksamkeit der Atmosphäre noch ein anderer Vermittler zwischen Land und Meer zu Hülfe käme. Dieser Hülfsarbeiter, den die Atmosphäre sich angenommen hat, ist der Nil. Die Atmosphäre meint es ja mit dem alten Lande der Pharaonen und Pyramiden so gut; da es ihr unmöglich gemacht ist, das Wasser vom Ocean unmittelbar bis in dies Land zu tragen, so trägt sie es wenigstens auf die höchsten Höhen hinauf, die sie an der Ostküste Afrika's findet, damit es von dort Fall genug habe, um bis nach Aegypten hinzufließen; der Nil muß das Geschäft der Wasserleitung übernehmen, nachdem die Luft als Wasserhebemaschine fungirt hat.

Diese Höhen sind in dem Lupata- und Mondgebirge der Kilimandscharo und Kegnia, die mit ihren schneebedeckten Häuptern 18—19,000 Fuß hoch in die Luft ragen und nur wenige Grade südlich vom Aequator, also in der Zone des periodischen Regens liegen. Das Wasser des schmelzenden Schnee's vom Mondgebirge und der tropischen Regengüsse speist eine Anzahl von Seeen, die in dieser Gegend liegen, und höchst wahrscheinlich hat auch der große Nyanzasee von dort her reiche Zuflüsse. Aus diesem

Digitized by Google

See strömt nach den neuesten Entdeckungen der Nil hervor. Schon 1849 hatten die Württemberger Rebmann und Krapf diese Entdeckung gemacht, die im Jahre 1862 durch den englischen Kapitain Speke bestätigt worden ist. Es ist dies übrigens eine Entdeckung, welche schon die Alten gemacht hatten, die aber wieder verloren gegangen war. Schon der griechische Geograph Ptolemäus nennt vor 1700 Jahren den jetzt entdeckten See als einen Quellsee des Nils. Die gedachten kleineren Seeen führen ihr Wasser meistens auch dem Nil zu. In dieser Gegend hat Speke*) im Jahre 1862 an 233 Tagen starke Regengüsse beobachtet. Wenn nun dort die Gewässer anschwellen und reichlich dem Nil zufließen, so kann dieser es in seinen Ufern nicht mehr bergen und läßt es über das 2 bis 5 Meilen breite Nilthal strömen, besonders in den Monaten August und September. So wird dies Thal, das das ganze Jahr hindurch keinen Tropfen Regen bekommt, reichlich bewässert und auch mit Schlamm versehen und dadurch so befruchtet, daß es jährlich zwei reiche Ernten bringt. Ob übrigens die von Speke angegebenen Nilquellen wirklich die Quellen des Hauptflusses oder nur eines Nebenflusses sind, darüber wird noch gestritten. Aber wie dem auch sei, das steht fest, daß der Nil sein überfließendes Wasser aus der Tropengegend von den Gebirgsgewässern empfängt.

In Nubien, wo der Nil meistens nicht gutwillig sein Wasser abgiebt, wissen die Einwohner ihm doch einen

*) Dieser wackere Reisende ist leider, nachdem er nach glücklich bestandenen Gefahren in seine Heimath zurückgekommen war, im September 1864 auf der Jagd umgekommen, indem, als er über eine Mauer steigen wollte, sein Gewehr losging und er die volle Ladung in die Brust bekam.

Digitized by Google

Theil durch Kanäle zu entziehen und ihr Land dadurch ſo zu bewäſſern, daß es ſogar drei Ernten trägt.

So iſt es denn doch die Atmoſphäre, welche dieſen Ländern das Waſſer wenigſtens auf halbem Wege entgegenträgt und es dabei gleich ſo hoch hinaufpumpt, daß es nachher mit Leichtigkeit weiter fortgeſchafft werden kann. Die Theile von Aegypten freilich, bis zu denen dieſe Bewäſſerung nicht hinreicht, ſind ganz dürr und unfruchtbar; doch haben die neuen Entdeckungen einige Ausſicht eröffnet, durch Fortſchaffung etlicher Hinderniſſe in den Quellgegenden des Nils dem alten Kulturlande noch mehr Waſſer zuzuführen und ſo noch größere Landſtrecken bewäſſern und fruchtbar machen zu können. So vollendet oder erweitert dann vielleicht noch der Menſch als neuer Mitarbeiter das Werk der Atmoſphäre.

Wir können aber Afrika nicht verlaſſen, ohne erſt einen kurzen Beſuch auf der 10,000 Q.-M. großen Inſel Madagaskar zu machen. Die Inſel iſt ja in vieler Hinſicht merkwürdig, und die Revolution, die im Juli 1863 dem Kaiſer das Leben koſtete und deſſen Wittwe zur Beherrſcherin erhob, iſt ja ſo beigelegt, daß den Europäern ein Beſuch nicht gefährlich iſt. Indem wir die Inſel beſuchen, ſind wir eigentlich ſchon auf dem Uebergange nach Aſien; ein Blick auf die Karte weiſt ſie zwar nach Afrika hin, und doch gehört ſie mehr zu Aſien. Eine ſtarke Strömung, die von Norden her durch den Kanal von Mozambik geht, trennt ſie überdies mehr von Afrika, als es ſonſt den Anſchein hat. Und was die Bewohner und ihre Kultur betrifft, ſo haben dieſe auch weit mehr Zuſammenhang mit Aſien als mit Afrika.

Eigentlich ſind es drei Civiliſationen, die hier zuſammenkommen; von Norden her, von Arabien, iſt die ſemi-

Digitized by Google

tische Bildung und zugleich der Islam eingedrungen; von Osten her die indische, und später hat die europäische einen Anlauf gemacht, sich der Herrschaft zu bemächtigen. Ein Theil der Einwohner auf der Westseite ist afrikanischen Ursprungs, ebenholzschwarze, wollhaarige Neger. Im Norden haben sich Araber festgesetzt, und den übrigen Theil, namentlich auf der Ostseite und auf der mittleren Hochebene, bewohnen olivenfarbige Malaien, die den Bewohnern der Sunda-Inseln verwandt sind.

Im Meere gelegen hat das Land natürlich ein insulares Klima, ist aber durch seine Terrainbildung weit stärker bewässert, als dieser Umstand allein bedingen würde. Das Land hebt sich auf beiden Längenseiten, die eine Ausdehnung von 220 Meilen bei nur 50 Meilen Breite haben, terrassenförmig aus dem Meere. Der Küstensaum, der im Osten 2 bis 8 Meilen, im Westen aber zum Theil bis 20 Meilen breit ist, ist flach und niedrig; dann erhebt sich das Land im Osten mauerartig, im Westen stufenförmig zu Bergebnen von 4000 Fuß Höhe und zu Bergketten, welche die Insel von Norden nach Süden in einer Höhe von 6000 Fuß durchziehen und sich in dem Berge Abotismene bis zu 10,000 Fuß erheben. So bildet diese Insel vor einem großen Theil der Ostküste Afrika's einen Wall, auf dem die Ostwinde ihren im indischen Ocean aufgenommenen Wassergehalt absetzen und so der ganzen Insel eine reiche Bewässerung geben. Von allen Seiten fließt das Wasser, auch in vielen Wasserfällen, hernieder und macht freilich die niedern Küstensäume zu naß, so daß diese sehr sumpfig und ungesund und die Heimath der Fieber sind. Die Schweine aber, die fiebersicher sind, befinden sich dort sehr wohl und bewohnen in ungeheuren Massen die Niederungen. Wenn die Kultur dort erst

Digitized by Google

weiter gediehen sein wird, möchte wohl von dort her jährlich so viel Schweinefett nach Europa eingeführt werden, als jetzt aus Cincinnati in Nordamerika. Die Hochebnen aber sind gesund und dabei sehr fruchtbar, so daß dort alle tropischen Kulturpflanzen üppig gedeihen können. So ist es denn kein Wunder, wenn sowohl Engländer als Franzosen schon lange ihre lüsternen Blicke nach einer Insel gerichtet haben, die zu einer Colonialwirthschaft so trefflich geeignet ist. Wir aber wollen uns jetzt dort nicht niederlassen, sondern uns rüsten, um im nächsten Vortrage unsre Reise nach dem Festlande von Asien und Australien fortzusetzen und dann auf unserm heimathlichen Continente einzukehren und unsre Wanderungen zu beschließen.

Digitized by Google

Elfter Vortrag.

Fortsetzung und Schluß des vorigen. Uebersicht der Dienste, welche die Atmosphäre als Wasserträger den einzelnen Ländern leistet.

Wir betreten nun **Asien**, die Wiege des Menschengeschlechts; dieser Erdtheil bildet eigentlich mit **Europa** zusammen ein einziges Festland, weshalb wir es auch in mancher Beziehung mit diesem zusammen betrachten können. Richten wir unser Augenmerk zunächst auf die Gebirgszüge, auf die Hoch- und Tiefebnen, weil ja vornehmlich von diesen Erhebungen die regenspendende Thätigkeit der Atmosphäre abhängt, so zeigt sich uns in Vergleichung mit Amerika der merkwürdige Umstand, daß wie dieses so auch der alte Continent Europa-Asien der ganzen Länge nach von einem Gebirgszuge, doch in gerade entgegengesetzter Richtung, durchschnitten ist. Von dem Gestade des stillen Oceans an der Ostküste Asiens führt von O. S. O. nach W. N. W. ein langer Gebirgszug, auch fast in der Ausdehnung der Anden, mit geringen Unterbrechungen bis zum Kap Finisterrä, wo der atlantische Ocean die Westküste Spaniens bespült. Derselbe beginnt mit dem Nan-Ling in China, steigt dann im Himalayagebirge zu den höchsten Spitzen der Erde auf, senkt sich wieder im Hindukuh (indischen Kaukasus), führt als Paropamisus am

Digitized by Google

Nordrande Persiens und im Elburs an dem südlichen Gestade des kaspischen Meeres vorbei, macht dann im Kaukasus und Taurus den Uebergang nach Europa, um sich im Hämus, in den Karpathen, Alpen und Pyrenäen bis zum atlantischen Meere hinzuziehen.

Ein anderer Gebirgszug beginnt ebenfalls von der Ostküste Asiens, aber im hohen Norden an der Behringsstraße, wo Asien nur 7 Meilen von Amerika entfernt ist, und zieht sich von Nordost nach Südwest an der Südgrenze Sibiriens entlang als Kamm- und Apfelgebirge, da-urische Alpen, Altai, songarische Gebirge bis zum Belurtagh, der sich in der Nähe der indisch-persischen Grenze wieder an den vorhergenannten Hindukuh anschließt.

Zwischen diesen beiden vom Belurtagh nach Osten hin immer weiter auseinander laufenden Gebirgszügen und auf der Ostseite von dem chinesischen Gebirge begrenzt befindet sich, also rings von Gebirgen eingeschlossen, die große östliche Hochebne Asiens, die eine Ausdehnung von 600 und 400 Meilen hat und etwa den dritten Theil von ganz Asien einnimmt.

Verfolgen wir diesen nördlichen Gebirgszug vom Kammgebirge an, an der Südgrenze Sibiriens entlang bis zum Belurtagh und von da die Gebirgsreihe entlang bis zu den Pyrenäen, so breitet sich auf der ganzen Nordseite dieses langen Zuges, erst allmählig sich abdachend, dann flacher werdend, durch Asien und Europa hin eine große Tiefebne aus, die nur zwischen den beiden Welttheilen durch das Uralgebirge unterbrochen ist und Sibirien, Turan, Rußland, Polen, Preußen, Norddeutschland, Holland und Nordfrankreich umfaßt.

Auf der Südseite des großen Gebirgszuges, der von

Digitized by Google

dem Nan-Ling in China über den Hindukuh bis zu den Pyrenäen geht, liegt meistens Gebirgsland, nur von einigen Tiefebnen unterbrochen. Verfolgen wir diese Linie, so treffen wir zunächst auf das Gebirgsland Hinterindien mit seinen großen Flußthälern; dann auf das Hochland Decan in Vorderindien, dessen nördlicher Theil von der Tiefebne Hindostan eingenommen ist. Von dort führt der Weg durch das westliche Hochland Asiens, zu welchem Persien, Armenien und Kleinasien gehören; nördlich davon ist Syrien und Arabien mit Ausnahme einer kleinen Tiefebne meistens Hochland. In Europa setzen sich diese Gebirgsländer in der Türkei, Süddeutschland, Italien, Schweiz, Südfrankreich und Spanien fort.

So haben wir eine Uebersicht über das ganze Terrain und können nun unsern Blick auf die Spenden des Oceans und auf die Atmosphäre als dessen Vermittlerin richten.

Beginnen wir von Osten, so liegt vor der großen östlichen Hochebne das reich gesegnete China, östlich Tiefland, nach Westen hin sich zum Gebirgsland erhebend. Der Ostwind bringt vom stillen Ocean reichlich Wasser mit und tränkt China's Fluren; was er im Lande nicht absetzt, das läßt er zurück, wenn er am westlichen Gebirge und zur großen Hochebne hinansteigen muß; hier tränkt er die Quellen der großen Ströme, des Hoangho- und des Jangtsekiang, die sich durch China ergießen. Das Gebiet dieser Flüsse, namentlich in ihrem untern Lauf, ist die angebauteste und fruchtbarste Ebne der ganzen Erde.

Gehen wir von China westwärts über das Gebirge, so kommen wir in das große Hochland, das nach der Reise durch die üppigen Fluren China's den allertraurigsten Anblick darbietet. Der Ostwind hat sich verausgabt und kommt als trockner Wind ins Land, der gern noch die

Digitized by Google

etwa vorhandne Feuchtigkeit einſaugt. Dem Südwinde, der etwa vom indiſchen Ocean her das Land berieſeln möchte, iſt all ſein Reichthum ſchon beim Uebergang über die Rieſenhöhen des Himalaya abgenommen; an eine Zufuhr von Weſten her, vom atlantiſchen Meere iſt gar nicht zu denken; was könnte ein Wind, der ſchon über Afrika's Sahara gegangen iſt, noch Gutes bringen, wenn er auch nicht erſt Gebirge überſteigen und die Hochebne erklimmen müßte! Von Norden her, aus den Schneefeldern Sibiriens, kommt wahrlich auch kein Troſt; kann doch ein kalter Wind an ſich ſchon wenig Waſſer mit ſich führen! Was er aber noch mitbringen möchte, das ſchenkt er, ehe er den nordöſtlichen Gebirgszug zur Hochebne überſchreitet, dem Lande, das ihm bis dahin den Durchgang geſtattet hat. So empfängt Sibirien doch einige Regenſpenden, aber das ganze große Hochland empfängt nichts. Es findet ſich darin ein weites regenloſes Gebiet, die Wüſte Gobi oder Schamo und das ſandige Turkeſtan; auch Tibet gehört zum großen Theil noch in dies Gebiet und iſt nur im ſüdlichen Theil am Himalaya fruchtbarer. Auf Sibirien haben wir eben ſchon einen Blick geworfen; es hat ſpärlichen Sommerregen, iſt aber im Süden ſehr fruchtbar, und auch die ausgedehnten Steppen im Südweſten könnten durch gute Bebauung in fruchtbaren Acker umgeſchaffen werden. Im Norden iſt das ganze Land eine öde, mit Eisfeldern abwechſelnde moraſtige Fläche.

Schreiten wir vom öſtlichen Hochlande nach dem weſtlichen vor, ſo ſetzt ſich aus denſelben Urſachen das regenloſe Gebiet noch durch den größten Theil von Perſien und Arabien fort, um ſich an das ebenfalls regenloſe Aegypten und die Sahara anzuſchließen. Von Perſien wird der Regen, den es vom indiſchen Ocean her durch

Digitized by Google

den Sommer-Monsun bekommen könnte, durch das persische Küstengebirge abgehalten. Nur wo der Mensch durch Bewässerungsanstalten den Dienst verrichtet, den die Atmosphäre diesem Lande nicht leisten kann, ist es fruchtbar und bei der hohen Temperatur dann auch in so hohem Grade, daß es doppelte Jahresernten liefert. — Bei dem südlichen, namentlich südwestlichen Theile Arabiens ist jenes Hinderniß nicht; es empfängt so viel Regen, um den herrlichen Mocha-Caffee gedeihen zu lassen, weshalb es auch von allen Liebhabern dieses Nectars als das glückliche Arabien gepriesen wird.

Die beiden Indien, das gepriesene Eldorado früherer Zeiten, reichen so tief in den indischen Ocean hinein, daß ihnen der Regen nicht fehlen kann. Vorderindien ist in seiner Tiefebne Hindostan, namentlich im Gebiet des Ganges, sehr reichlich mit Regen versehen; es hat ja das hohe Himalaya-Gebirge im Norden als Grenzwächter, daß ihm kein Wasser nach Tibet hin entführt wird. In seinem Hochlande Dekan hat es durch die Monsune, die ihm abwechselnd im Sommer von der Westküste (Malabar), im Winter von der Ostküste (Coromandel) her den Regen zuführen, reichliche Bewässerung, die nur manchmal tief im Innern etwas mangelhafter wird. Die herrlichsten Produkte geben von dieser befruchtenden Thätigkeit der Monsune Zeugniß.

Hinterindien ist von Europäern noch wenig besucht, bekannter nur in seinem südlichen Theile, welcher ausgedehnte, von mächtigen Strömen bewässerte Längenthäler enthält. Mit seinen drei Gliedern weit in den Ocean hineinragend ist es mit atmosphärischem Niederschlag reichlich versehen. An Hinterindien schließen sich die sundischen Inseln an, meist große, langgestreckte Inseln, die

Digitized by Google

von hohen Gebirgsketten durchzogen fast für sich schon die Geltung eines Continents in Anspruch nehmen. In der tropischen Zone gelegen, vom Meere rings umflossen, allen Seewinden offen, kann es ihnen an reichlicher atmosphärischer Feuchtigkeit niemals fehlen. Es giebt vielleicht keine Gegend der Erde, die so gut bewässert wäre, als dieser indische Archipel.

Die hohe Temperatur mit der immer feuchten Luft treibt dann auch eine außerordentlich üppige Vegetation hervor. Hier wie in den beiden benachbarten Indien erheben sich die Fürsten der Pflanzenwelt, die fächergekrönten Palmen, zu einer Höhe von 160—180 Fuß und bilden, indem sie mit andern Bäumen in Wäldern zusammenstehen und sich über diese erheben, luftige Säulenhallen, welche die Wälder hoch überwölben. Zu diesen gesellen sich fast als ihre beständigen Begleiter und recht um durch den Gegensatz ihrer Formen einander zu ergänzen, die Pisanggewächse oder Bananen mit ihren niedrigen saftreichen Stämmen, zwischen deren breiten, seidenartig glänzenden Blättern die riesigen Fruchttrauben reifen, die den Bewohnern jener Gegenden ein Hauptnahrungsmittel bieten. Hier reifen die feurigsten Gewürze, wie der Pfefferstrauch, die Gewürznelke, die Vanille, der Zimmt und die Muskatnuß. Hier gedeihen die Gewächse, die, indem sie alle denselben crystallisirbaren Stoff, das sogenannte Caffein, enthalten, das Morgengetränk für ganz Europa liefern und sich nur untereinander in den verschiedenen Ländern um den Vorrang streiten; nehmlich eine Bohnenfrucht, die Cacaobohne, die hier ihre Heimath hat und von den Spaniern und Italienern am liebsten zum Frühstück begehrt wird; dann eine Kernfrucht, der Caffee, der zwar hier nicht eingeboren, sondern von Arabien her verpflanzt

Digitized by Google

iſt, aber gut gedeiht und den Deutſchen und Franzoſen ihren liebſten Morgentrunk bietet, und endlich ein Blatt- und Blüthenprodukt aus der Familie der Camellien, die unſre Stubengärten zieren, ein Produkt, das aus dem benachbarten China herübergewandert hier auch ſein Gedeihen findet und mithilft, den ungeheuren Bedarf zu decken, der die ganze Welt dem himmliſchen Reiche (China) zinsbar macht, nehmlich der Theeſtrauch, deſſen köſtlichem Blätter- und Blüthenextrakt zum Frühſtück am meiſten die Engländer und Ruſſen huldigen.

Alles, was hier wächſt, zeigt im Saftreichthum, im Duft und im Glanz der Farbe die Ueberfülle der Fruchtbarkeit, welche dieſe immer heiße und feuchte Luft erzeugt; ſo daß manche Gewächſe den übervollen Saft gar nicht verarbeiten können und ihn zu Gummi verdichten. Die Vegetation iſt ſo üppig, daß gar nicht jede Pflanze einen beſondern Bodenantheil für ſich beanſpruchen darf; aus den Wurzeln und der Rinde der Bäume wachſen die köſtlichſten Blumen und mannigfache Schmarotzerpflanzen hervor; die Raffleſia klettert an den Bäumen hinauf und ſchmückt dieſe mit Blumen, die vier Fuß im Umfange haben; an dem gigantiſchen Feigenbaum erhebt ſich ſchlängelnd die wohlriechende Vanille, und Schlingpflanzen aller Art bilden Guirlanden von Baum zu Baum, ſo daß man in dieſem bunten Gemiſch nur mit Mühe unterſcheiden kann, welcher Pflanze eigentlich Blätter und Blüthen angehören.

Doch wir müſſen von dem entzückenden Anblick dieſer reichen Natur ſcheiden, um auch die Segnungen, welche die immer thätige Waſſerträgerin unſerm heimiſchen Continente bringt, näher anzuſehen. Einen Blick nur, da wir gerade in der Nähe ſind, vergönnen wir uns noch nach Auſtralien hinüberzuwerfen.

Digitized by Google

In **Australien** haben wir das Festland und die Inseln zu unterscheiden; letztere, obwohl meist in der heißen Zone belegen, haben doch durch den mildernden oceanischen Einfluß ein sehr mildes und liebliches Klima, und da die Seewinde ihnen genug Feuchtigkeit zuführen, so sind namentlich die höheren, denen es nicht an der nöthigen Bedeckung des felsigen Grundes mit Humuserde fehlt, äußerst fruchtbar. Das Klima und die Vegetation dieser Inseln wird von den Seefahrern als überaus entzückend beschrieben, so daß diese Inseln jedenfalls zu den reizendsten Aufenthaltsorten der Erde gehören, und man versucht werden könnte, hier die Stätte des alten Paradieses anzunehmen, wenn es nicht eben Inseln wären. Alles, was die tropische Zone Herrliches liefert, vereinigt sich hier, ohne daß man die Plagen derselben mit in den Kauf zu nehmen braucht. Keine giftige Fieberluft schreckt hier zurück, kein reißendes Thier droht Gefahr, kein giftiges Insekt verbittert den Genuß. Die Sehnsucht nach ewiger Jugend, wie sie in den Mythen der Alten, in den Sagen andrer Völker hervortritt, ist hier wenigstens in Beziehung auf die Natur erfüllt; ein ewiger Frühling mit ewigem Herbst verschmolzen läßt hier den offnen Blumenkelch neben der reifen Frucht prangen. Die herrlichsten Matten im frischesten Grün, in reichem Wechsel mit der dunklen Blätterfülle der blumengeschmückten Wälder, erquicken das ganze Jahr hindurch das Auge. Dort bei jener leicht zusammengefügten Hütte, welche gegen die geringen Unbilden des Klima's reichlichen Schutz gewährt, wollen wir uns niederlassen. Wir sitzen im Schatten eines dichtbelaubten Bananen-Pisang, der mit seinen breiten Blättertafeln ein schirmendes Dach über unsre Hütte und deren Umkreis wölbt, und der uns von seinen Paradiesfeigen einen lieblichen Duft zu-

Digitized by Google

sendet, um uns zum Genuß dieser trefflich schmeckenden Frucht einzuladen. Um uns her stehen die leicht gepflegten Jämspflanzungen, die mit ihren Brotwurzeln uns an die heimischen Kartoffeln erinnern, und weiterhin der Schilfwald des Zuckerrohrs, der unter dem dunkelblauen Himmel und der immer strahlenden Sonne in allen Abstufungen des wohlthätigen Grün erglänzt. Der Brotbaum erspart uns die Mühe des Backens, indem er uns seine wie Kinderköpfe großen Früchte bietet, die nur ein wenig geröstet zu werden brauchen, um im Geschmack gutem frischgebacknem Brote völlig zu gleichen. Ueber ihn hinweg hebt noch die Kokospalme ihren luftigen Wipfel und bietet uns in ihren großen Nüssen Nahrung und Trank von der erquickendsten Art.

So kommt uns bei einem gemüthlichen far niente Alles entgegen, was wir bedürfen, und wenn wir den Blick über den leuchtenden Schmelz des schwellenden Rasens, über die buschigen Haine, über die bunte Anmuth und das heilige Dunkel der Wälder hinüberschweifen lassen zu den spielenden Wellen des Oceans, dann können wieder unsre glücklichsten Jugendträume wie tanzende Elfen uns umgaukeln, oder wir fühlen uns angeregt, über Sein und Nichtsein, über Sichtbares und Unsichtbares, über Vergängliches und Ewiges zu träumen und zu sinnen wie die Weisen der Vorzeit unter ihren Feigenbäumen. — Und doch, wie lange würde es uns behagen! Wenn wir nicht Europa's Kunst und Wissenschaft, sein reges Leben und Streben, sein Schaffen und Wirken mit hinüber nähmen, es würde uns bald inmitten all dieser Naturherrlichkeit wie in einem verlornen Paradiese vorkommen.

Der Continent von Australien ist fast nur an den Küsten bekannt. Da das Meer fast nirgends tief in

Digitized by Google

das Land eindringt, und das Land so von einer Küste bis zur entgegengesetzten eine Ausdehnung von 4—500 Meilen hat, so kann man wohl vermuthen, daß das Innere eine große Wüste bildet, eine Vermuthung, die durch neuere Entdeckungsreisen auch theilweise schon bestätigt ist. Der Regen ist auch selbst an den Küsten nur sparsam, und die Atmosphäre meist trocken mit Ausnahme des nördlichen Theils, der an dem Klima des indischen Archipels Antheil nimmt. Für den nordwestlichen Theil bringen die vom Meere her wehenden Nordwestwinde den Regen, während die Südostwinde, die über dem dürren Continent her wehen, Trockenheit bringen. Für den nordöstlichen Theil ist es natürlich gerade umgekehrt, und die zum Glück meist nicht lange anhaltenden Nordwestwinde bringen hier, da sie aus der heißen Gegend kommen und auf ihrer Reise durch das Land schon alle Feuchtigkeit abgesetzt haben, eine verzehrende Glut mit, die sogleich in rauhe Witterung übergeht, sobald der aus den Gegenden des südlichen Eismeers herwehende Südostwind zur Herrschaft gelangt.

Begeben wir uns nun nach **Europa!** Die Theilung dieses heimischen Erdtheils in das nordöstliche Tiefland und das südwestliche Gebirgsland haben wir schon kennen gelernt. Das letztere ist aber durch mehrere dazwischen liegende kleine Tiefebnen unterbrochen. Die Linie, welche vom Kaukasus bis nach dem Westende der Pyrenäen am biscayischen Meerbusen gehend das Tiefland und Hochland scheidet, ist keine gerade, sondern krümmt sich namentlich in Deutschland bedeutend nach Norden; man trifft die Scheidung in geraden Linien so ziemlich, wenn man eine Gerade von dem Eingang in das Asow'sche Meer bis zum Niederrhein, etwa beim Einfluß der Lippe, und von da eine andre bis zum Winkel des biscayischen Meerbusens

Digitized by Google

zieht. Innerhalb des Gebirgslandes sind dann noch als Tiefländer besonders zu merken: die Tiefebne an der untern und an der mittleren Donau, wozu auch die ungarische Ebne gehört, und die zusammen etwa 2500 Q.-M. umfaßt. Dann die gegen 700 Q.-M. große lombardische Tiefebne am Po, die Thalebnen des Oberrhein und der untern Rhone (provençalische Ebne) und die etwa 600 Q.-M. umfassende spanische Tiefebne.

Wir haben schon gehört, daß Europa in der Region liegt, in welcher der Polarstrom und der rückkehrende Aequatorialstrom einander begegnen und in Kampf gerathen, und daß deshalb Südwest- und Nordostwind die Hauptwinde sind. Da der Südwestwind vom atlantischen und mittelländischen Meere her nach Europa kommt, so ist er der regenbringende Wind, und da er abwechselnd zu allen Jahreszeiten zur Herrschaft kommt, so muß für unsern Continent die Regenzeit auch auf das ganze Jahr vertheilt sein. Doch herrscht je nach den verschiedenen Gegenden Winter-, Herbst- oder Sommerregen vor, und zwar in der genannten Reihenfolge, wenn man von Südwest nach Nordost geht. Die südlichsten Theile, wie das südwestliche Spanien, Unteritalien und Griechenland, haben am meisten Regen im Winter, weiterhin Spanien, Frankreich, Schweiz, Ober- und Mittelitalien, Süddeutschland, Ungarn, Türkei und Großbritannien haben vorherrschenden Herbstregen, an dem auch Norwegen, obwohl nordöstlicher gelegen, noch Theil nimmt. Die nordöstlichen Theile, wie Norddeutschland, Dänemark, Schweden, Polen und Rußland, empfangen den meisten Regen im Sommer. Im Allgemeinen läßt sich auch hiervon der Grund wohl einsehen. Im Winter ist die Luft auch in den südlichen Theilen so

Digitized by Google

weit abgekühlt, daß der vom Meere kommende Wasserdunst sich zu Regen verdichten kann; für die nordöstlichen Theile bleibt dann weniger übrig. Im Sommer aber hat die Luft in den südlichen Theilen so hohe Temperatur, daß der Wasserdunst unverdichtet mit dem Winde nach Nordosten zieht und dann erst in den nordöstlichen Gegenden verdichtet wird. In den mittleren Theilen findet der Wasserdunst im Herbst schon die Temperatur so weit gesunken, daß er als Regen niederfallen kann.

Es könnte nun auf den ersten Anblick scheinen, als ob die südwestlichen Gebirgsländer, welche der regenbringende Südwestwind erst übersteigen muß, allen Regen vorwegnähmen, so daß für die dahinter liegenden Tiefebnen nichts mehr übrig bleibe, wie wir solche Fälle mehrfach schon in Amerika, Afrika und Asien beobachtet haben. Hier aber treffen mannigfache günstige Umstände zusammen, welche solchen Uebelstand verhindern. Zunächst sind die Gebirge großentheils nicht so hoch, dann aber auch nicht so zusammenhängend und nicht so nach einer Richtung ziehend, daß sie den Regenwind nicht mannigfach hindurch- und hinüberlassen sollten. Zudem aber schneidet das Meer in so vielfältigen Busen und Buchten von allen Seiten so tief in das Land hinein, daß kein Land, selbst in seinem Innern, besonders fern vom Meere liegt. Wo dies doch stattfindet, wie im östlichen Rußland, ist der Regen auch allerdings sehr sparsam. Und wo ein besonders hohes Gebirge sich vorlagert, muß das dahinterliegende Land dies auch am Regenmangel empfinden. Wir wollen uns diese Gegenden näher ansehen.

Das auffallendste Beispiel hiervon finden wir in Norwegen. Das 4—5000 Fuß hohe Kjölengebirge zieht sich nicht weit von der Westküste entlang und steigt dort ziem-

Digitized by Google

lich steil auf, während es auf der Ostseite sanftere Abdachungen hat. Der Gebirgszug selbst wird desto niedriger, je mehr er nach Norden kommt. Der vom Meere kommende Südwestwind muß das Gebirge übersteigen und setzt dabei den größten Theil seines Wassergehaltes ab. Die Folge davon ist, daß die Westküste Norwegens fast das ganze Jahr hindurch Nebel und Regen hat; am meisten ist dies im südlichen Theil der Fall, wo das den Regenwind aufhaltende Gebirge am höchsten ist. Namentlich hat die Gegend um die Stadt Bergen einen überaus reichlichen atmosphärischen Niederschlag, 82 Zoll aufs Jahr, und der Anblick der unverhüllt strahlenden Sonne wird dort den Bewohnern nur selten zu Theil. Glücklicher Weise ist es bei dieser Nässe nicht gar kalt, da die warme Meeresströmung, die vom Golfstrom bei Mittelamerika nach Europa hin sich fortsetzt, auch hier an Norwegens Küste noch ihren wohlthätigen Einfluß übt, und überdies der Südwestwind an sich schon Wärme mitbringt. Aus diesem Grunde ist auch selbst im höchsten Norden Norwegens, ziemlich dem kältesten Theile Europas, wenigstens in Beziehung auf mittlere Jahrestemperatur, dennoch das Klima mild genug, um im kurzen Sommer noch die Gerste reifen zu lassen. Die Melville's Insel im nördlichen Eismeere liegt nur 3 Grad nördlicher als das Nordcap und hat doch eine mittlere Jahrestemperatur von — 14½° R. (Kälte), während die des Nordcaps noch ein wenig über dem Nullpunkt ist; die mittlere Winterkälte auf der Melville's Insel ist — 26½° R., die vom Nordcap nur — 4° R. Und die Stadt Bergen, die beinahe einen Grad nördlicher als Petersburg liegt, hat doch eine durchschnittliche Wintertemperatur von + 2°, während die von Petersburg — 6½° ist.

Digitized by Google

Auf der Ostseite des Kjölengebirges nach Schweden hin macht sich dann freilich der Regenmangel fühlbar; es wird zwar auf dieser Seite des Gebirges noch so viel Regen abgesetzt, um die zahlreichen Flüsse zu speisen, die von hier durch Schweden in die Ostsee, namentlich in den bothnischen Meerbusen, sich ergießen; aber sonst ist Schweden ein trocknes und kaltes Land, das jährlich nur 20 Zoll Regen empfängt.

Auf der pyrenäischen Halbinsel zeigt sich besonders der Einfluß der Hochebne; das Innere Spaniens ist von der alt- und neukastilischen Hochebne, die beide wieder durch die Sierra Guadarama getrennt sind, eingenommen. An der Westküste der Halbinsel ist der Regen ziemlich reichlich; indem aber der Wind zur Hochebne hinansteigen muß, verliert er seinen Regengehalt und läßt dann die innern Theile des allerdings nur 2—3000 Fuß hohen Hochlandes gar oft vergeblich nach Regen seufzen; Madrid, das im Mittelpunkt dieses Plateaus liegt, empfängt nur 9½ Zoll Regen, so daß es der trockenste Ort von ganz Europa ist. Und doch liegt auf derselben Halbinsel zugleich der wasserreichste Ort dieses Kontinents. Zwischen dem Duero und Tajo zieht sich, auch noch zum castilischen Scheidegebirge gehörig, die Sierra Estrella nach Portugal hin und umspannt das Thal des unteren Mondego bogenförmig, so daß der Westwind, der vom Meere her in dies Thal weht, von dem Gebirgsbogen aufgefangen wird. Dort verdichtet sich aller Wasserdunst zum Regen und fließt zu diesem Thale, in welchem die portugiesische Stadt Coimbra liegt, so reichlich nieder, daß die jährliche Regenmenge dort über 150, nach andern Beobachtungen sogar über 200 Zoll beträgt. — Die andalusische Tiefebne am Guadalquivir

Digitized by Google

steht gegen Westen hin dem Regenwinde ganz offen und gehört zu den fruchtbarsten Ebnen Europa's.

Ferner zeigen auch die Alpen und Apeninen die Erscheinung, daß sie dem dahinter liegenden Lande einen großen Theil des Regens wegnehmen. Beide bilden einen Halbbogen, der sich nach Südwest hin öffnet und den von dort kommenden Regenwind auffängt. So ist auf der südlichen, italienischen Seite der Alpen ein reichlicher Niederschlag, der in den mittleren Gebirgstheilen, auf denen sich wegen der geringern Temperatur natürlich mehr Regen condensirt als in den tiefern, jährlich 57 Zoll, und im Thal des Tagliamento, wo der Gebirgszug fast rechtwinklig nach Süden umbiegt, sogar 90 Zoll beträgt. Im tiefern Lande, in der lombardischen Ebne am Po, beträgt die jährliche Regenmenge noch 37 Zoll. Die deutsche, nördliche Seite der Alpen muß sich in der Höhe mit etwa 34, weiterhin in der Niederung mit 25 Zoll Regen begnügen. — Ebenso zeigt sich dieser Gegensatz bei den Apeninen; in dem großen Bogen, den dieses Gebirge um den Meerbusen von Genua bildet, fallen auf der Südseite 64 Zoll Regen, während die Nordseite nur mit 26 Zoll bedacht ist. In Unteritalien, wo das Gebirge eine mehr südliche Richtung annimmt und also die Scheide zwischen West und Ost bildet, verhält sich die Regenmenge der westlichen zur östlichen Seite wie 36 zu 27.

Es sind dies die Gegenden, in denen der Einfluß der Gebirgszüge am auffallendsten hervortritt. Von den übrigen Ländern Europa's ist noch die griechische Halbinsel, die durch eine Menge von Meerbusen wie kein andres Land begünstigt ist, und ferner Großbritannien reichlich mit Regen bedacht. Letzteres ist überall den Seewinden offen; denn das Gebirgsland auf der Westseite Englands ist nicht

Digitized by Google

hoch und zusammenhängend genug, um einen störenden Einfluß ausüben zu können. Die Luft in England und mehr noch in Schottland und Irland ist fast immer feucht und zum Regnen geneigt; dabei ist in Folge der vorherrschenden warmen Südwestwinde das Klima milder, als es sonst unter gleichen Breitengraden der Fall ist, und in Folge des oceanischen Einflusses sind die Gegensätze von Sommer und Winter nicht sehr schroff. Das immer frische Grün der englischen Wiesen und Triften giebt von dem milden, feuchten Klima ein erquickendes Zeugniß, und die Vorzüglichkeit des dort gezognen Viehes, das auch auf der Hamburger landwirthschaftlichen Ausstellung im Juli 1863 die allgemeine Bewunderung auf sich zog, bekundet nicht blos die Sorgsamkeit der dortigen Viehzüchter, sondern vornehmlich auch den Futterreichthum, den das fruchtbare Klima gewährt.

Die heiteren sonnigen Tage sind freilich nicht vorherrschend; häufiger Nebel verhüllt die Sonne und beschränkt die Aussicht, und jener Engländer mochte nicht ganz Unrecht haben, als er sagte, in Neapel glänze der Mond so hell als in London die Sonne. Von der Stärke der dortigen Nebel haben wir auf dem Continent kaum eine Vorstellung; mitunter geschieht es, daß gegen den dichten Nebel die Gaserleuchtung auf den Straßen Londons ganz wirkungslos wird, und man sich nicht von einer Laterne bis zur andern finden kann. Man wendet dann Fackeln an, um bei deren trüben Schein wenigstens den nächsten Schritt vor sich sehen zu können. Der Nebel dringt auch in die Gebäude ein, und an einem rechten Nebelabend vermag man im Theater trotz der starken Gasbeleuchtung kaum die Gestalten auf der Bühne zu erkennen.

Es bleiben uns nun noch Frankreich und Deutsch-

Digitized by Google

land übrig, die ziemlich gleich viel Regen, nur in andrer Vertheilung auf die Jahreszeiten, bekommen. Süddeutschland hat mehr Regen als Südfrankreich, Norddeutschland aber weniger als Nordfrankreich; doch ist der Unterschied nicht groß. Auf Süddeutschland kommen 25, auf Südfrankreich 22—23 Zoll, während Nordfrankreich 21, Norddeutschland 19 Zoll hat; letzteres ist auch die Regenmenge für Berlin.

Uebrigens giebt es gerade in Deutschland eine große Mannigfaltigkeit der Regenverhältnisse, besonders in Mitteldeutschland, das von so vielen Gebirgen nach den verschiedensten Richtungen hin durchzogen ist, die bald diesem, bald jenem Winde freien Durchpaß gewähren oder ihn erst tributpflichtig machen; deshalb ist dort auch bald der eine, bald der andre Wind der regenbringende. So ist solche Verschiedenheit namentlich für Schlesien und Böhmen von Dove in der Sitzung der Berliner Academie im Juni 1863 nachgewiesen worden. Der Einfluß der von Nordwest nach Südost ziehenden Sudeten ist hier entscheidend; dnrch diese wird der Südwestwind seines Wassergehaltes zum großen Theil beraubt, er bringt daher wohl für Böhmen, namentlich für die südwestlichen Abhänge des Riesengebirges, aber nicht für das auf oer Nordostseite gelegne Schlesien Regen. So hat Trautenau an der böhmischen Seite des Gebirges 45½ Zoll jährlichen Niederschlags, während Hirschberg auf der schlesischen Seite nur 25 Zoll hat. Für Schlesien bringt der Nordwestwind, der von der Nord- und Ostsee herüber kommt, den Regen. Berlin, welches von Westen her offner liegt als Schlesien, empfängt aus dieser Himmelsgegend seinen meisten Regen.

Für Mecklenburg verschuldet dessen verhältnißmäßig geringe Regenmenge wahrscheinlich der Harz, bei dessen

Digitized by Google

Uebersteigen der Südwestwind noch seine letzten Gaben auf beiden Seiten desselben zurückläßt, so daß er, wenn er endlich nach Mecklenburg kommt, sich schon ganz verausgabt hat. So hat die mecklenburgische Stadt Wustrow jährlich nur 13 Zoll Regen.

Im Allgemeinen findet in Europa, als dem Kampfplatze des Polar- und Aequatorialstroms, ein fortwährender Wechsel wie der Winde, so auch des feuchten und trocknen Wetters statt, und gerade dieser Wechsel ist von dem segensreichsten Einflusse für das Gedeihen dieses Erdtheils. Derselbe könnte weder einen andauernden Polarwind, der ihm nur Kälte und Trockenheit brächte, noch einen beständigen Aequatorialwind ertragen, der ihm zu reichlichen Regen bringen würde. Europa ist nicht warm genug, um einen Ueberfluß von Regen zu verarbeiten; die Luft könnte nicht genug bei sich behalten, es würde zu viel Nässe auf den Boden und auf die Pflanzen kommen und letztere in zu großer Feuchtigkeit verfaulen lassen. Viel Nässe kann nur ein heißes Land vertragen, wo die Luft alsbald bereit ist, die überflüssige Feuchtigkeit fortzunehmen. Sobald daher der eine oder der andre Wind zu lange seine Herrschaft behauptet, so ist dies für Europa oder wenigstens für die Länder, die besonders davon betroffen werden, immer gefahrbringend; seine Verhältnisse sind durchaus so angelegt, daß nur der Wechsel ihm gedeihlich wird. Doch geschieht es auch, daß, was der einen Gegend nachtheilig ist, die Fruchtbarkeit der andern erhöht.

So herrschten in den Jahren 1816 und 1817 die Südwestwinde in dem Maaße vor, daß in den Ländern des westlichen Europa's wegen übergroßer Nässe die Früchte verkamen und die Ernte eine äußerst schlechte war. Zugleich wirkte auch die andauernde Kälte mit zu diesem

Digitized by Google

Resultat. Nach den östlichen Ländern aber, Polen, Preußen und Rußland, brachte der Südwestwind, der seine Ueberlast schon vorher abgegeben hatte, noch gerade so viel Regen, daß dort die Früchte vortrefflich gediehen, und diese Länder mit ihrem Ueberfluß den andern helfen konnten. Da zeigte sich recht die Unwahrheit des Sprüchworts, daß aus Polen nichts zu holen sei; dies Land ist überhaupt mit seinem meist immer reichen Getreidegewinn für die Nachbarländer von nicht geringer Bedeutung.

Ebenso besteht auch eine gewisse Wechselwirkung zwischen Europa und Nordamerika; vorherrschende Südwestwinde in dem einen pflegen mit der Herrschaft der Nordostwinde in dem andern zusammen zu treffen, so daß in Folge davon verzehrende Dürre in dem einen Continent gewöhnlich von nasser Witterung in dem andern begleitet ist. Dieser Gegensatz zeigte sich recht auffallend im Jahre 1846, wo die große Dürre in den meisten europäischen Ländern Mißwachs zur Folge hatte, während eine milde und feuchte Witterung in Nordamerika eine überaus reiche Ernte gedeihen ließ. Damals brachten die Handelsschiffe zwar nicht Gold von Californien, aber reiche amerikanische Getreideladungen nach dem hungernden Europa.

So kann wohl in den Ländern der gemäßigten Zone, welche die Polar- und Aequatorialströme sich zum Kampfplatz auserkoren haben, in dieser und jener Gegend ein totaler Mißwachs vorkommen und — wenn solches Land von allen Verkehrsmitteln mit andern Ländern abgeschlossen wäre — auch eine zerstörende Hungersnoth; im Ganzen aber findet immer eine Ausgleichung statt. Wo dem einen Lande zu wenig gegeben ist, hat dafür das andre Ueberfluß empfangen, und wenn sie einander aushelfen, so leidet keines Noth. Je mehr daher die Verbindung unter den

Digitized by Google

einzelnen Ländern gefördert, gute Bahnen und schnelle Transportmittel hergestellt und friedliche Verhältnisse gesichert werden, desto weniger wird man von der Geißel früherer Zeiten, von Hungersnoth, von Theurung und Seuchen zu fürchten haben. Aber die Eisenschienen und die Dampfschiffe allein thun es nicht; vor Allem muß der Verkehr der Einzelnen und der ganzen Völker durchdrungen werden von der Liebe, die der Mahnung des Apostels folgt: „Dienet einander, ein Jeglicher mit der Gabe, die er empfangen hat, als die guten Haushalter der mancherlei Gnade Gottes." Das walte Gott!

Buchdruckerei von Gustav Lange in Berlin, Friedrichsstraße 103.

Digitized by Google

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Historische Gemälde

für gebildete Leser und Freunde der Geschichte.

Von

J. H. L. Fischer,

Pastor zu Schönberg.

2 Bändchen brosch. Preis: 18 Sgr.

Inhalt des I. Bändchen: Die verhängnißvolle Nacht, oder König Waldemar's Sturz. — Die sizilische Vesper im Jahre 1282. — Die Ermordung Kaiser Albrechts I. im Jahre 1308. — Die Verschwörung gegen den Rath zu Lübeck im Jahre 1384. — Die Vitalienbrüder. — Ziska und die Hussiten. — Prozeß und Hinrichtung der Jungfrau von Orleans im Jahre 1431. — Kaiser Carls V. Züge nach Afrika im Jahre 1535 und 1541. — Die Belagerung von Szegedin im Jahre 1566.

Inhalt des II. Bändchen: Die Glaubensgerichte im Mittelalter. — Die Seeschlacht bei Lepanto den 7. October 1571. — Die deutschen Landsknechte. — König Philipps letzte Lebensstunden. — Die Pulververschwörung im Jahre 1605. — Gustav Adolphs Tod in der Schlacht bei Lützen im Jahre 1632. — Die Pest in Neapel im Jahre 1656. — Die Türken vor Wien im Jahre 1683. — Der Lübecker Martensmann.

Blicke in das Leben der Natur.

Ein Buch für Jedermann aus dem Volke

von

A. Bernstein.

Inhalt: Ein Blick auf das Innere der Erde und der Bildung ihrer Oberfläche. — Der elektro-magnetische Telegraph. — Wundersames Leben eines wunderlichen Thieres. — Die Uhr. — Ueber Bewegungen der menschlichen Glieder. — Nur ein Tröpfchen Schweiß! — Ein kleiner Ausflug in die Chemie. — Wo bleiben die Dinge? — Die Bewegung im Sonnensystem.

11¼ Bogen brosch. Preis: 10 Sgr.

Räthselschatz.

Für die Jugend

zur Uebung im Denken u. zur belehrenden Unterhaltung

gesammelt

von

Dr. Brüllow und W. Schäffer.

Sauber geb.: Preis 15 Sgr.

Enthält: 88 Räthsel im engeren Sinne — 274 Logogriphe — 80 Anagramme — 9 Palindrome — 72 Homonyme — 174 Silbenräthsel oder Charaden. (Die Auflösungen sind in einem besonderen Hefte beigegeben.)

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Die Zug- und Wanderthiere aller Thierklassen.

In populär-wissenschaftl. Darstellungen u. Schilderungen

von

Carl Cornelius,

ord. Lehrer an der Realschule zu Elberfeld.

22 Bogen. In verziertem Umschlage brosch. Preis 1 Thlr. 7½ Sgr.

Diese Schrift wird allen Freunden der Naturwissenschaft willkommen sein, weil sie über eine sehr wunderbare Erscheinung in der Natur viel Licht verbreitet und nachweist, daß der Wandertrieb der Thiere viel ausgedehnter ist, als man es allgemein annimmt. Der Verfasser hat in diesem Falle wirklich eine große Lücke in der naturhistorischen Literatur ausgefüllt, und während seine Schrift wegen ihrer populären Abfassung eine sehr anziehende Unterhaltung darbietet und für die Jugend ein besonders geeignetes Geschenk bildet, da sie den Sinn für die Beobachtung der Welt, in deren Mitte wir leben, erweckt, wird sie dem Manne von Fach wegen ihrer wissenschaftlichen Behandlung und gleichzeitig, weil er hier das vielfach zerstreute Materi in einem übersichtlichen Ganzen zusammengestellt findet, sehr willkommen sein.

Jeremias Gotthelfs

(Albert Bitzius)

sämmtliche Schriften,

Ausgabe letzter Hand,

(mit einer Biographie Gotthelfs von Dr. E. Manuel und einem Wörterbuch der Bernerischen Ausdrücke),

erscheinen in einer **neuen wohlfeilen Ausgabe in 24 Bänden** mit dem Portrait Jeremias Gotthelfs in Stahlstich u. einem Facsimile.

Preis jedes Bandes (23—33 Druckbogen) statt bisher 20 Sgr. **nur 12 Sgr.** Preis der gesammten 24 Bände (statt bisher 15⅓ Thlr.) **nur 9 Thlr. 18 Sgr.**, ein Preis, der — bei über 600 Druckbogen — sicher ein selten wohlfeiler genannt werden kann. Band I. liegt in allen soliden Buchhandlungen zur Einsicht aus.

Geschichtliche Erzählungen

für gebildete Leser und Freunde der Geschichte.

Von

J. H. L. Fischer,

Pastor zu Schönberg.

Inhalt: Carl XII. in Bender. — Die römische Kaiserkrönung. — Das Erdbeben zu Lissabon. — Die Seeschlacht bei Abukir. — Tippo Saibs Tod. — Das Fest des Fürsten von Schwarzenberg. — Die Eroberung von Algier. — Die Küstenbrüder oder Flibustier. 9 Bogen brosch. Preis: 8 Sgr.

Buchdruckerei von Gustav Lange in Berlin, Friedrichsstraße 103.

1986
CHIVERS

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google